

## Elektronischer Erdschlußzähler für Hochspannungsnetze mit nicht starr geerdetem Sternpunkt

Von Herbert Baatz und Heinz Maier, Stuttgart\*)

DK 621.318.562.5 : 621.316.1.027.6/7.014.7

Die häufigste Fehlerart in Hochspannungsnetzen ist der Erdschluß. Sofern er in Netzen mit isoliertem oder über Erdschlußspulen geerdetem Sternpunkt wieder erlischt, wird ihm vor allem in Mittelspannungs-Verteilungsnetzen meist keine große Aufmerksamkeit geschenkt. Seine Registrierung erfordert Aufwand, den man nicht in Kauf nehmen möchte. In Netzen mit Betriebsspannungen von 60 kV und darüber wird im allgemeinen auch der selbsterlöschende Erdschluß aufgezeichnet, da einerseits die Anzahl dieser Erdschlüsse kleiner ist und man andererseits diese Netze wegen ihrer größeren Bedeutung eingehender untersucht, um sie möglichst frei von Fehlern zu halten. Hier interessiert also die Ursache des Erdschlusses mehr, damit man wirksame Maßnahmen dagegen treffen kann.

Nicht nur in Hochspannungsnetzen, sondern auch in Verteilungsnetzen sollte es von Interesse sein, die Häufigkeit der Erdschlußwischer zu erfassen, damit Folgerungen über den Isolationszustand des Netzes oder über die Beeinflussung des Netzes von außen gezogen werden können. Fallklappen-Erdschlußrelais und schreibende Strommesser im Stromkreis von Erdschlußspulen zeigen zwar selbsterlöschende Erdschlüsse an, nur müssen sie eine gewisse Zeit andauern, da diese einfachen Geräte verhältnismäßig träge sind. Auch müssen sie von Hand zurückgestellt werden, und die nächste Störung kann, sofern dies nicht rechtzeitig geschieht, der Erfassung verlorengehen.

In einem 20-kV-Freileitungsnetz, in dem über ein halbes Jahr ein Magnetband-Störungsschreiber eingebaut war, zeigte sich, daß rund die Hälfte aller Erdschlüsse von nur sehr kurzer Dauer — etwa 1 bis 3 Halbwellen der Betriebsfrequenz — war. Insgesamt wurden 103 Erdschlüsse gegen nur 12 Kurzschlüsse gezählt. Auch das einpolige Ansprechen eines Rohrableiters ist ein Erdschluß. Solche kurzen Erdschlußwischer werden von den Fallklappenrelais oder Stromschreibern nicht erfaßt.

Um alle Erdschlüsse in einem Netz zählen zu können, auch wenn sie nur eine Halbwelle der Betriebsfrequenz dauern, ist ein neuer Erdschlußzähler entwickelt worden<sup>1)</sup>.

### Arten und Ursachen von Erdschlüssen

Erdschlüsse lassen sich hinsichtlich ihres Verlaufes folgendermaßen unterteilen:

#### Selbsterlöschende Erdschlüsse

Erdschlußwischer erlöschen spätestens nach einigen Halbwellen der Betriebsfrequenz; kurzzeitige Erdschlüsse erlöschen innerhalb einiger Sekunden;

wiederholte Erdschlüsse sind Erdschlußwischer oder kurzzeitige Erdschlüsse, die sich in beliebiger, betrieblich erkennbarer Zeitfolge mit längeren Pausen an der gleichen Stelle im Netz wiederholen. Die Ursache ist im allgemeinen eine mechanische Einwirkung, die zu einer wiederholten Verringerung der Schlagweite zwischen Leiter und Erde führt.

Aussetzende Erdschlüsse sind aufeinanderfolgende Erdschlußwischer oder kurzzeitige Erdschlüsse, die an der gleichen Stelle im Netz in zunächst betrieblich nicht erkennbarer Zeitfolge mit kurzen Pausen von einigen Halbwellen der Betriebsfrequenz immer wieder zünden. Die Ursache kann eine Überspannung infolge des Ausgleichvorganges nach Erlöschen des Lichtbogens oder eine Isolationsminderung sein. Ein aussetzender Erdschluß kann erlöschen oder in einen stehenden Erdschluß übergehen.

Stehende Erdschlüsse bleiben längere Zeit, im allgemeinen bis zum Abschalten, bestehen.

### Bedingungen, die der Erdschlußzähler erfüllen muß

Soll die Gesamtzahl der Erdschlüsse ermittelt werden, kann nicht nach den Merkmalen der Erdschlüsse getrennt werden. Eine sinnvolle Zählung ergibt sich, wenn folgende Bedingungen an den Erdschlußzähler gestellt werden:

1. Die untere Grenze des einstellbaren Ansprechwertes der Sternpunkt-Erd-Spannung des Netzes liegt bei 15 % der Sternspannung.
2. Erdschlüsse mit einer Zeitdauer bis herab zu einer Halbwelle der Betriebsfrequenz werden gezählt. Dabei werden natürlich auch Erdschlüsse über Rohrableiter mit erfaßt, sowie Kurzschlüsse, die aus einem Erdschluß mit der Dauer von wenigstens einer Halbwelle hervorgehen.
3. Sich wiederholende Erdschlüsse werden nur dann mehrfach gezählt, wenn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Erdschlüssen eine Pause von einer bestimmten, einstellbaren Zeitspanne (Sperrdauer) liegt.
4. Auf kurzzeitige Ausgleichvorgänge, wie sie bei Schaltvorgängen auftreten, spricht der Zähler nicht an.

Durch Erfüllung von Punkt 3 wird erreicht, daß selbsterlöschende Erdschlüsse, die aus sehr kurz hintereinander erfolgenden Erdschlußwischem — aussetzender Erdschluß — bestehen, von dem Zähler nur einmal erfaßt werden. Mit einem Zeitglied kann die Sperrdauer eingestellt werden. Dauert die Pause zwischen den einzelnen Erdschlüssen länger, wird ein zweites Mal gezählt. Bei stehendem Erdschluß bleibt das Zählwerk gesperrt; ein solcher Erdschluß wird nur einmal gezählt.

Während in der Störungsstatistik wiederholte Erdschlüsse, die an der gleichen Stelle im Netz auch in jeweils längeren Zeiträumen auftreten, gemäß Vereinbarung nur

\*) Prof. Dr.-Ing. H. Baatz ist Vorstand und Dipl.-Ing. H. Maier Mitarbeiter der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V., Nellingen ü. Eßlingen a. N.

1) Das Gerät wurde von H. Gugeler im Rahmen seiner Diplomarbeit am Lehrstuhl für Energieübertragung, Hochspannungstechnik und Elektronik (Prof. Dr. Böcker) der Technischen Hochschule Stuttgart bei der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen entwickelt.

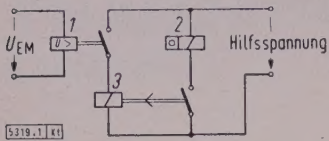


Bild 1. Grundsaltbild des Erdschlußzählers.

- 1 Überspannungsrelais  
2 Zählwerk  
3 Zeitrelais

einmal gezählt werden, kann dies bei dem Erdschlußzähler nicht der Fall sein. Der Zähler kann nur nach Zeitfolge der einzelnen Erdschlüsse aber nicht nach dem Ort des Erdschlusses unterscheiden. Hinsichtlich der Anzahl der Einwirkungen auf das Netz ist es aber auch richtiger, diese Erdschlüsse einzeln zu erfassen.

### Erdschlußzähler mit Relais

Die angeführten Bedingungen können von einer Schaltung nach Bild 1 erfüllt werden. Einem Überspannungsrelais 1 mit einstellbarem Ansprechwert wird die Sternpunkt-Erd-Spannung  $U_{EM}$  zugeführt. Diese kann der Meßwicklung der Erdschlußspule oder der offenen Dreieckwicklung von gegen Erde geschalteten Spannungswandlern entnommen werden. Das Zählwerk 2 wird nicht unmittelbar betätigt, sondern über ein Zeitrelais mit Abfallverzögerung 3, die auf die gewünschte Sperrdauer eingestellt wird, um die Bedingung 3 zu erfüllen.

Der Erdschlußzähler kann mit elektromagnetischen Relais ausgestattet werden, die entsprechend Bild 1 geschaltet sind. Als Überspannungsrelais kann man eine Ausführung verwenden, wie sie zum Anregen von Störungsschreibern gebräuchlich ist. Neuere Relais sprechen genügend schnell an, um auch die Bedingung 2 zu erfüllen.

Eine weitere Möglichkeit der Ausführung stellt der im folgenden Abschnitt beschriebene elektronische Erdschlußzähler dar.

### Elektronischer Erdschlußzähler

Als Ansprechglied des Überspannungsrelais dient in dieser Ausführung eine Thyratronschaltung. Die Verwendung von Kalkathodenröhren ergibt einen einfachen Aufbau und hohe Lebensdauer. Das Zählwerk wird dann von einem normalen Gleichstromrelais betätigt, das in Verbindung mit einem RC-Glied auch das Zeitrelais bildet.

Die Wirkungsweise der Schaltung (Bild 2) ist folgende: Die Sternpunkt-Erd-Spannung  $U_{EM}$  wird gleichgerichtet und an die Hilfsanode H des Thyratrons 1 gelegt, wobei noch eine Vorspannung überlagert und mit dem Potentiometer  $R_1$  der Ansprechwert auf 15 bis 80 % der Sternspannung eingestellt wird. Da an der Anode des Thyratrons eine Gleichspannung liegt, zündet es, sobald die Sternpunkt-Erd-Spannung  $U_{EM}$  den eingestellten Wert übersteigt. Dadurch zieht das Relais 2 an und schaltet den Kondensator  $C_2$  ab. Da nun die Anodenspannung des Thyratrons 1 nicht mehr geglättet wird, erlischt es während der negativen Halbwelle der Speisespannung und zündet während der positiven Halbwelle über die Hilfsanode H wieder, solange der Erdschluß noch besteht. Das Relais 2 bleibt durch den Kondensator  $C_1$  während der gesamten Erdschlußdauer angezogen und legt den geladenen Kondensator  $C_3$  an das elektromagnetische Zählwerk 3, wodurch dieses einmal weitergeschaltet.

Wenn nach Erlöschen des Erdschlusses das Relais 2 abfällt, wird der Kondensator  $C_3$  über den Widerstand  $R_3$  an

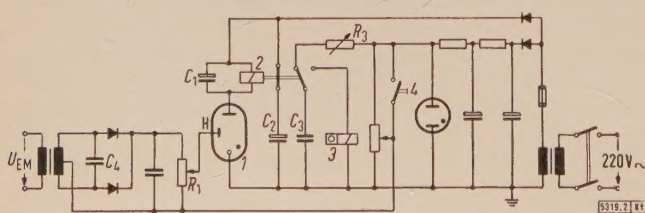


Bild 2. Grundsaltbild des elektronischen Erdschlußzählers.

- 1 Thyratron  
2 Relais  
3 Zählwerk  
4 Prüftaste

eine stabilisierte Spannung gelegt, so daß  $C_3$  mit der Zeitkonstante  $T = R_3 \cdot C_3$  aufgeladen wird. Ein zweiter Erdschluß wird deshalb erst gezählt, wenn die Pause lang genug war, um  $C_3$  aufzuladen. Mit dem Widerstand  $R_3$  kann eine Verzögerungszeit von 12 bis 60 s eingestellt werden. Durch entsprechende Wahl von  $R_3$  und  $C_3$  können auch andere Pausenzeiten gewählt werden.

Der Kondensator  $C_4$  bildet für höherfrequente Vorgänge, die zum Eingang gelangen, einen Kurzschluß. Dadurch wird erreicht, daß Ausgleichvorgänge infolge von Schaltvorgängen, die hauptsächlich Frequenzen über der Betriebsfrequenz enthalten, den Erdschlußzähler nicht ansprechen lassen. Bild 3 zeigt das Gerät selbst.

### Betriebserfahrungen

Eine Versuchsschaltung eines elektronischen und eines elektromagnetischen Erdschlußzählers wurden gebaut. Beide Geräte wurden bei Erdschlußversuchen in einem 20-kV-Netz benutzt. Dabei haben sie alle Erdschlüsse gezählt. Sie sind

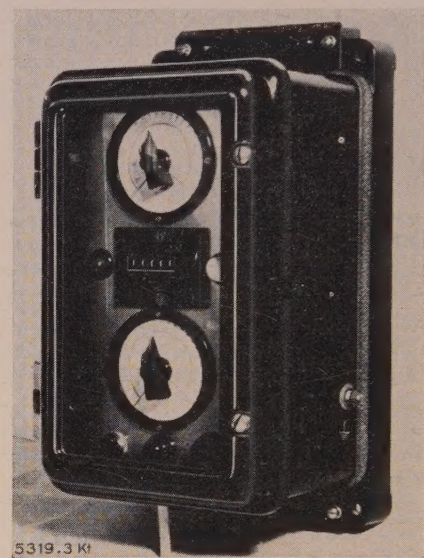


Bild 3. Elektronischer Erdschlußzähler.

seit über 3 Jahre in diesem Netz eingebaut und werden von einem Metallpapier-Störungsschreiber überwacht. Insgesamt wurden 403 Erdschlüsse gezählt. Die Übereinstimmung mit der Aufzeichnung des Metallpapier-Störungsschreibers und den sonstigen Überwachungsgeräten ist sehr gut. Kleine Unterschiede in der Zahl der erfaßten Erdschlüsse treten dadurch auf, daß die verschiedenen Überwachungsgeräte unterschiedliche Ansprechspannungen aufweisen und aussetzende, kurz aufeinanderfolgende Erdschlüsse unterschiedlich erfassen.

Der Erdschlußzähler gibt ohne weiteren Aufwand Auskunft über die Häufigkeit von Erdschlüssen und Erdschlußwischern und läßt damit Rückschlüsse auf das Betriebsverhalten des Netzes zu.

### Zusammenfassung

Die Verfasser beschreiben einen Erdschlußzähler, der auch kurzzeitige Erdschlußwischer zählt und eine einstellbare Sperrdauer nach jedem Erdschluß aufweist. Das Gerät wird durch die Sternpunkt-Erdspannung angeregt und zählt schon Erdschlüsse mit einer Zeitdauer bis herab zu einer Halbwelle der Betriebsfrequenz. Bei sich wiederholenden Erdschlüssen muß die Pause länger als die eingestellte Sperrzeit sein, dann erst wird neu gezählt. Der elektronische Erdschlußzähler verwendet als Ansprechglied ein Thyratron und als Zeitglied eine RC-Schaltung in Verbindung mit einem elektromechanischen Zählwerk. Das Gerät hat sich bei Versuchen und im Betrieb bewährt.

Steuerbare Silizium-Gleichrichter

Von Joachim Balkow, Helmut Löwel und Franz Reitwießner, Nürnberg \*) DK 621.314.632.078 : 669.782

Geregelte Gleichrichtergeräte, die Gleichspannung und Gleichstrom konstant zu halten haben, benötigen dazu einen Regler und ein Stellglied, z. B. Magnetverstärker, Stelltransformatoren, Transistoren oder Röhren. In Amerika ist in letzter Zeit ein steuerbarer Silizium-Gleichrichter entwickelt worden, der sich vorzüglich als Stellglied in Regelkreisen eignet. Seine günstigen Eigenschaften werden bei manchen Anwendungsfällen die anderen Stellglieder verdrängen.

Aufbau und Wirkungsweise

Der bisher bekannte Silizium-Gleichrichter ist aus einem einheitlichen Silizium-Einkristallgitter mit einer n-leitenden und einer p-leitenden Zone aufgebaut. Beim steuerbaren Silizium-Gleichrichter sind es zwei p- und zwei n-leitende Zonen mit der Anordnung p-n-p-n. In Bild 1 sind die beiden Hauptelektroden als Anode und Kathode bezeichnet (äußere p- und n-Schicht). Abweichend von anderen Vier-schicht-Halbleitern liegt an der zweiten p-Schicht eine Steuerelektrode. Wie noch gezeigt wird, ist der steuerbare Silizium-Gleichrichter mit einem Thyatron vergleichbar.

Zum Steuern können Gleich- oder Wechselströme sowie Impulse verwendet werden. Im folgenden soll die Wirkungsweise der verschiedenen Steuerquellen auf den steuerbaren Silizium-Gleichrichter näher erläutert werden. Die

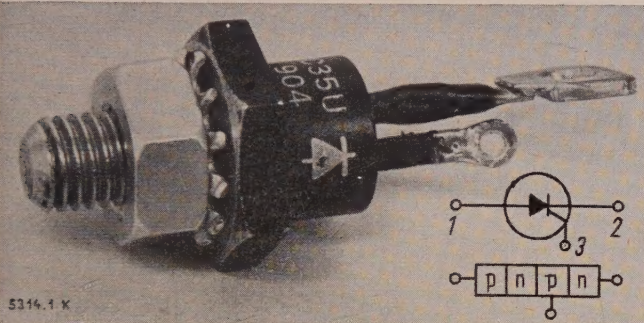


Bild 1. Ausführung, Schaltbild und Aufbau eines steuerbaren Silizium-Gleichrichters.

1 Anode 2 Kathode 3 Steuerelektrode

Begriffe Zündung und Zündwinkel — vom Thyatron her bekannt — werden durch Leitung und Leitwinkel (Bild 5) ersetzt.

Bild 2 zeigt die Kennlinie des Gleichrichters bei positiver und negativer Spannung an der Anode. Die positive Spannung kann von Null bis  $U_2$  erhöht werden, ohne daß ein nennenswerter Strom zu fließen beginnt und der Gleichrichter seine Sperreigenschaften verliert. Erst wenn die Spannung  $U_2$  überschritten wird, bricht die Spannung am Gleichrichter plötzlich auf den Durchlaßspannungsabfall zusammen, und der Gleichrichterstrom wird nun von der Speisespannung und vom Widerstand im Stromkreis bestimmt. Die Leitung kann also ohne Steuerspannung durch Spannungen größer als  $U_2$  eingeleitet werden. Bei Speise-Gleichspannung wird die Leitfähigkeit nur rückgängig, wenn der Stromkreis unterbrochen wird. Bei Speise-Wechselspannung wird der Stromfluß jedesmal im Nulldurchgang unterbrochen und während der nächsten positiven Halbwelle wieder eingeleitet, sobald der Augenblickswert der Wechselspannung  $U_2$  erreicht. Der Leitwinkel beträgt  $90^\circ$  elektrisch, wenn der Spitzenwert der Wechselspannung und  $U_2$  gleich sind.

Eine negative Spitzenspannung darf nur bis  $U_3$  reichen, da sonst die Abbruchspannung überschritten und der steuerbare Silizium-Gleichrichter genau wie ein Zweischnitt-Gleichrichter zerstört wird. Es können daher auch die

gleichen Schutzmaßnahmen angewendet werden. In Durchlaßrichtung richten nicht periodisch wiederkehrende Spitzenspannungen größer als  $U_2$  keinen Schaden an, weil der Gleichrichter dadurch leitend wird.

Soll der Gleichrichter von der Steuerelektrode gesteuert werden, muß die Spitzen-Speisespannung kleiner als  $U_2$  sein, um Selbstleitung zu verhindern. Im Normalfall wird der steuerbare Silizium-Gleichrichter in Wechselstromkreisen eingeschaltet sein. Bei anliegender Steuer-Gleichspannung wird er dann stets zu Beginn der positiven Halbwelle leitend. Die erforderliche Steuerspannung ist fast unabhängig von der zwischen Anode und Kathode liegenden Spannung. Eine genügend große Steuer-Wechselspannung, die nicht phasenverschoben zur Speisespannung ist, leitet wenige elektrische Grade nach Beginn der positiven Halbwelle den Stromfluß ein. Für die zuverlässige Steuerung des Silizium-Gleichrichters ist eine in ihrer Phasenlage veränderbare Wechselspannung erforderlich. Bei der Bemessung der Steuerspannung ist darauf zu achten, daß die zulässige Verlustleistung an der Steuerelektrode nicht überschritten wird, da der Gleichrichter sonst zerstört wird. Als Schutzmaßnahme müssen außerdem Widerstände im Steuerstromkreis eingeschaltet werden. Vorteilhafter für die Wärmebilanz des Gleichrichters ist ein Spannungsimpuls von etwa drei Mikrosekunden. Die Impulsleistung kann gegenüber der wesentlich größeren Verlustleistung in Durchlaßrichtung vernachlässigt werden. Mit einem veränderlichen Leitwinkel ist die Steuerung des Gleichrichters auch mit Impulsen

Tafel 1. Vergleich zwischen Thyatron und steuerbarem Silizium-Gleichrichter.

|                                      | Thyatron                 | Steuerbare Gleichrichter                              |
|--------------------------------------|--------------------------|---|
| Typ                                  | PL 150                   | C 35 D  |
| Spitzenspannung V                    | 500                      | 400<br>500 V kurzzeitig, nicht vor 5 ms wiederkehrend |
| Durchlaßstrom A                      | 15                       | 16  |
| Größter Gitter- oder Steuerstrom A   | 0,1                      | 2   |
| Größte Gitter- oder Steuerspannung V | $U_g = f(U_a)$<br>50—150 | 10 in Durchlaßrichtung<br>5 in Sperrichtung           |
| Spannungsabfall in Durchlaßrichtung  | 12                       | 0,86  |
| Kleinste Steuerimpulsbreite $\mu s$  | 10                       | 3   |
| Umgebungstemperatur $^\circ C$       | - 10 bis + 45            | - 65 bis + 40   |
| Auf Thyatron bezogenes Volumen $\%$  | 100                      | 40—100, abhängig vom Kühlkörper                       |
| Auf Thyatron bezogenes Gewicht $\%$  | 100                      | 52  |
| Auf Thyatron bezogener Preis $\%$    | 100                      | 240   |

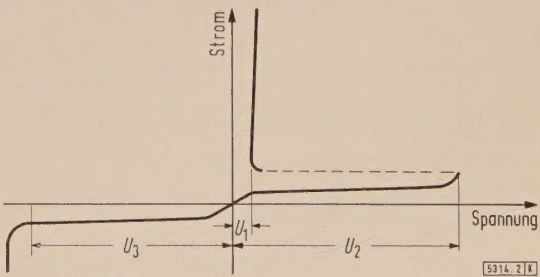
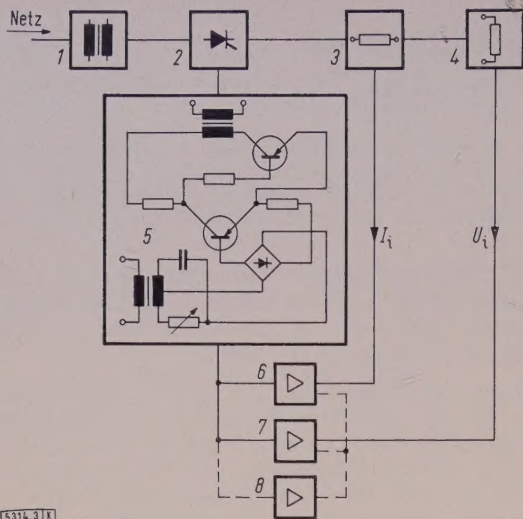


Bild 2. Kennlinie eines steuerbaren Silizium-Gleichrichters.

\*) Ing. J. Balkow, Ing. H. Löwel und Ing. F. Reitwießner sind Mitarbeiter der Standard Elektrik Lorenz AG, Bauelementewerk SAF.



5314.3 IV

Bild 3. Blockschaltbild eines geregelten Gleichrichtergerätes.

- |  |  |
|--|--|
| 1 Transformator                        | 5 Impulsgeber                          |
| 2 steuerbarer Gleichrichter (Stellort) | 6 Stromregler mit I-Verhalten          |
| 3 Nebenwiderstand                      | 7 Spannungsregler mit I-Verhalten      |
| 4 Verbraucher (Meßort U)               | 8 zusätzlicher Regler mit PD-Verhalten |

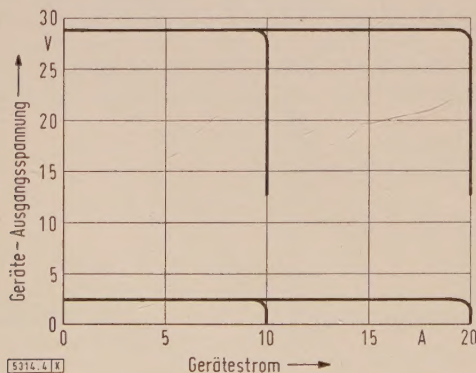
möglich. Der Spannungsabfall während der Stromflußzeit liegt bei etwa 0,9 V und ist damit wesentlich kleiner als beim Thyatron. Zum Vergleich zwischen steuerbarem Silizium-Gleichrichter und Thyatron mit annähernd gleicher Stromstärke sind einige Daten in Tafel 1 gegenübergestellt.

Bei diesen Betrachtungen ist zu berücksichtigen, daß die Entwicklung des steuerbaren Silizium-Gleichrichters zu höheren Leistungen noch im Fluß ist. Dies spiegelt sich auch in den z. Z. noch recht hohen Preisen wieder. Dennoch ist seine Anwendung für Gleichrichtergeräte mit kleinen Ausgangsspannungen infolge des niedrigen Spannungsabfalls in Durchlaßrichtung interessant.

Im Handel sind zur Zeit steuerbare Silizium-Gleichrichter von 1 bis 70 A mit Spitzensperrensparungen von 25 bis 400 V. Auffallend ist bei diesen Gleichrichtern die Überlastbarkeit in Durchlaßrichtung mit einem Vielfachen des Nennstromes während 16 ms, was besonders für die Anwendung als Schalter günstig ist.

#### Geräteschaltung

Der steuerbare Silizium-Gleichrichter ist in geregelten Gleichrichtergeräten mit Anode und Kathode in den Hauptstromkreis eingeschaltet und übernimmt dort die Aufgabe des Stellgliedes und des Gleichrichters. Bei einer Regelabweichung verschiebt der Regler den Leitwinkel der Impulsspannung so lange, bis die Ausgangs-Gleichspannung wieder den Sollwert erreicht hat. Unabhängig von der Geräteleistung und der vorliegenden Regelaufgabe kann die in Bild 3 dargestellte Blockschaltung angewendet werden.



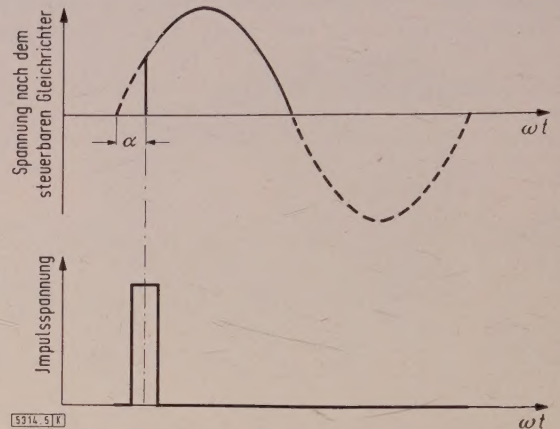
5314.4 IV

Bild 4. Gerätekennlinien.

Für ein Gleichrichtergerät mit konstanter Spannung und Strombegrenzung wurden Meßorte für Spannung und Strom eingezeichnet.

Die Wirkungsweise ist folgende: Die Energie fließt vom Netz über den Transformator 1, der zum Anpassen an die gewünschte Gleichspannung dient, über den steuerbaren Silizium-Gleichrichter 2 und einen Nebenwiderstand 3 zum Verbraucher 4. Dort wird die Spannung gemessen und als Istwert dem Spannungsregler mit integralem Verhalten (I-Verhalten) 7 zugeführt. Die Ausgangsgröße des Reglers ist dem Integral der Eingangsgröße proportional. Die Zeit ist stufenlos von 50 bis 800 ms einstellbar. Damit ist eine gute Anpassung an das Zeitverhalten der Regelkreise möglich.

Als Ergänzung zum Spannungsregler mit I-Verhalten steht ein zusätzlicher Regler mit PD-Verhalten 8 für schwierige Regelaufgaben zur Verfügung. Für die vorliegende Aufgabe, eine Gleichspannung konstant zu halten, ist er



5314.5 IV

Bild 5. Spannungen an der Steuerelektrode und nach dem steuerbaren Silizium-Gleichrichter.



5314.6 K

Bild 6. Gleichrichtergerät 28,8 V, 20 A mit steuerbarem Silizium-Gleichrichter.

nicht erforderlich; er ist deshalb in Bild 3 gestrichelt eingezeichnet.

Als Überlastungsschutz für das Gleichrichtergerät wurde eine Strombegrenzung mit einem Stromregler vorgesehen. Den Iststromwert für den Stromregler mit I-Verhalten liefert der Nebenwiderstand 3 im Hauptstromkreis. Die Ausgänge der Regler sind parallel geschaltet und wirken auf den Impulsgeber 5 mit Transistor-Kippstufe. Dieser erzeugt eine Impulsspannung, deren Leitwinkel von der Regler-Gleichspannung abhängig ist.

Der Regelvorgang läuft folgendermaßen ab: Der Istwert der Verbraucherspannung wird dem Spannungsregler 7 zugeführt und dort mit der konstanten Spannung einer Zenerdiode verglichen. Die Differenz wird mit einem temperaturkompensierten Transistorverstärker verstärkt und im Im-

pulsgeber 5 in einem Impuls mit bestimmten Leitwinkel umgeformt. Eine Abweichung der Verbraucherspannung vom Sollwert beeinflusst den Regler und das Stellglied so, daß der Sollwert wieder erreicht wird. Der Spannungsregler regelt die Verbraucherspannung bis zum Geräte-Nennstrom auf einen konstanten Wert, dann greift der Stromregler ein und senkt die Verbraucherspannung so, daß der Strom konstant gehalten wird. Auf diese Weise ergeben sich die Kennlinien nach Bild 4.

Die Spannungen an der Steuerelektrode und nach dem steuerbaren Silizium-Gleichrichter zeigt Bild 5. Ein geregeltes Gleichrichtergerät mit 28,8 V und 20 A wurde als tragbares Gerät zum Laden von Bleibatterien ausgeführt. Die Gleichspannung ist in 12 Stufen von 2,4 bis 28,8 V und die Strombegrenzung von 10 auf 20 A umschaltbar. Die Regler und der Impulsgeber sind zu einem Einheitsbauteil, dem Safodyn, zusammengefaßt. Das Gleichrichtergerät hat bei allen Stufen eine Gleichspannungs-Regelabweichung von  $\pm 1\%$  bei  $-20\%$  und  $+10\%$  Netzspannung sowie 0 bis 100 % Belastungsschwankungen.

### Gewichts- und Volumenvergleich

Die Abmessungen von geregelten Gleichrichtergeräten werden entscheidend von der Größe der Stellglieder und der Transformatoren bestimmt. Im folgenden sollen Geräte mit Magnetverstärker und Geräte mit steuerbaren Silizium-Gleichrichtern gegenübergestellt werden. Die Bilder 6 und 7 zeigen zwei Gleichrichtergeräte für 28,8 V und 20 A mit einem Spannungsverstellbereich 1:12.

Die Darstellung Bild 8a gibt recht anschaulich den erzielten Fortschritt von Gewicht und Volumen wieder, der für tragbare Gleichrichtergeräte besonders vorteilhaft ist. Einen weiteren Vergleich von zwei stationären Gleichrichtergeräten für die Stromversorgung von Fernsprechanlagen mit 60 V und 30 A in der obengenannten Ausführung ist Bild 8b zu entnehmen. Bei diesen Gleichrichtergeräten wurde auf einen Spannungs-Verstellbereich verzichtet; deshalb ist der erwartete Vorteil nicht so groß. Bei Bild 8a geht der Magnetverstärker mit dem Verstellbereich von 1:12 wesentlich mehr in das Gewicht und Volumen ein als im Bild 8b. Der steuerbare Silizium-Gleichrichter kann durch entsprechende Bemessung für diesen Stellbereich ver-

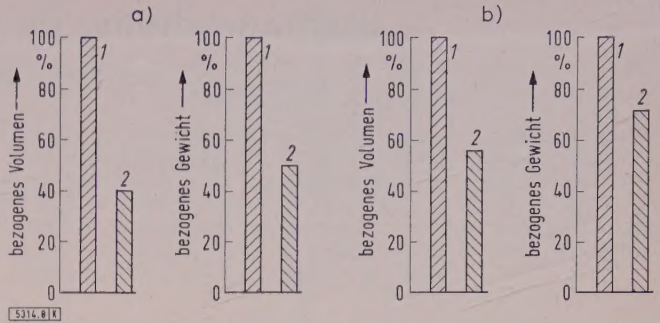


Bild 8. Gewichts- und Volumenvergleich.

- a) Gleichrichtergerät 28,8 V, 20 A  
b) Gleichrichtergerät 60 V, 30 A  
1 mit Magnetverstärker und üblichem Silizium-Gleichrichter  
2 mit steuerbarem Silizium-Gleichrichter

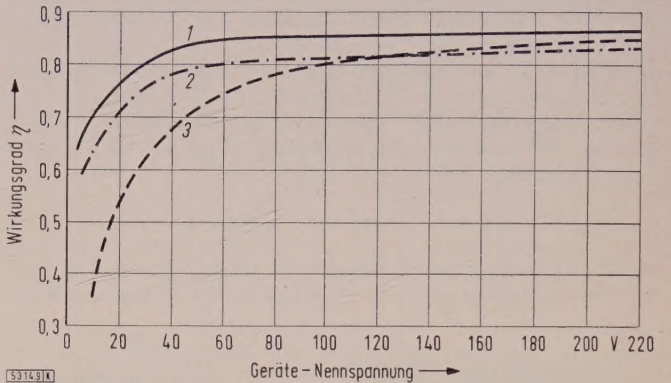


Bild 9. Wirkungsgradkurven geregelter Gleichrichtergeräte.

- 1 mit steuerbarem Silizium-Gleichrichter  
2 mit Magnetverstärker und üblichem Silizium-Gleichrichter  
3 mit Thyatron

wendet werden. Den größten prozentualen Anteil am Gewicht und Volumen hat der Transformator, auch dann, wenn er mit kornorientiertem Blech und in Isolationsklasse E ausgeführt ist. Eine höhere Isolationsklasse würde auf Kosten des Wirkungsgrades einen weiteren Vorteil an Gewicht und Volumen bringen.

### Wirkungsgrad

Der steuerbare Silizium-Gleichrichter trägt wegen seines geringen Spannungsabfalles in Durchlaßrichtung zu einem guten Wirkungsgrad bei. In Bild 9 sind die Wirkungsgrade geregelter Gleichrichtergeräte mit Siebgliedern und Zusatzeinrichtungen in Abhängigkeit von der Gleichspannung gegenübergestellt, und zwar für Geräte mit steuerbaren Silizium-Gleichrichtern (Kurve 1), mit Magnetverstärker und normalen Silizium-Gleichrichtern (2) und mit Thyatron (3).

Bei den Thyatron-Geräten wirkt sich besonders bei Spannungen unter 120 V der Brennspannungsabfall von etwa 12 V nachteilig aus.

### Zusammenfassung

Der Aufbau und die Wirkungsweise des steuerbaren Silizium-Gleichrichters als neues Halbleiter-Bauelement wird erläutert und mit einem Thyatron verglichen. Ein mit diesen Gleichrichtern aufgebautes Gleichrichtergerät mit Konstantspannung-Konstantstrom-Kennlinie wird an Hand eines Grundsaltbildes beschrieben. Die Regler für Spannung und Strom haben I-Verhalten und wirken auf einen Impulsgeber, der wiederum den steuerbaren Silizium-Gleichrichter steuert. Mit dem steuerbaren Silizium-Gleichrichter lassen sich Gleichrichtergeräte bauen, deren Gewicht und Volumen sowie Wirkungsgrad bisher bekannten Gerätetypen mit Thyatron oder Magnetverstärker überlegen sind.

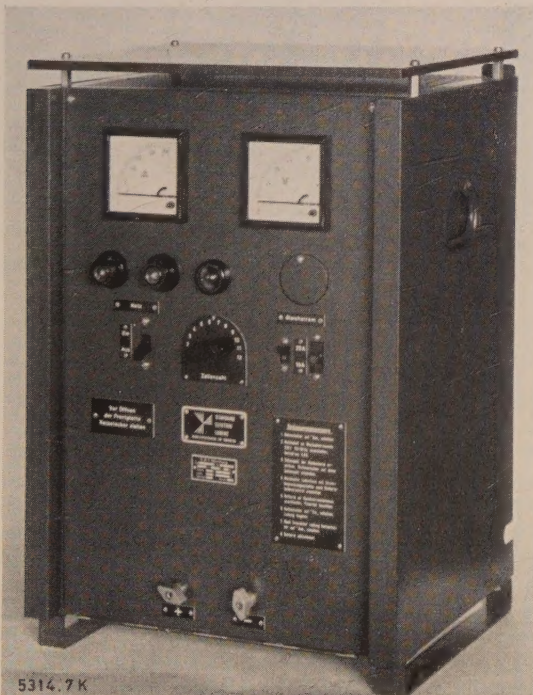


Bild 7. Gleichrichtergerät 28,8 V, 20 A mit Magnetverstärker und Silizium-Gleichrichter.

# Lasttrennschalter für Mittelspannungsnetze

Von Erwin Schrank, Stuttgart\*)

DK 621.316.545.027.72

Seit etwa einem Jahrzehnt werden in Mittelspannungs-Anlagen Lasttrennschalter in ständig steigendem Umfange verwendet. Trotzdem bestehen leider weder über die Geräte noch über ihre Verwendung endgültige Vorschriften und nur sehr wenige Veröffentlichungen in der Fachpresse. Der Studiengesellschaft für Höchstspannungs-Anlagen ist es zu danken, daß mit der Berliner Tagung „Last- und Lasttrennschalter“ im Mai 1958 eine erste zusammenfassende und klärende Übersicht über den Stand der Technik für dieses Gebiet gegeben wurde. Obgleich Lasttrennschalter heute für noch verschiedene andere Aufgaben benutzt werden, wird in dem folgenden Aufsatz versucht, die Bedingungen für die wichtigsten Verwendungsgebiete zu klären und einige Vorschläge zum Festlegen von Kennwerten zu machen.

## Begriffsbestimmung und Verwendung

Lasttrennschalter sind nach dem letzten Neuentwurf der Bestimmungen und Richtlinien für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte VDE 0670 Schalter zum Ein- und Ausschalten von Betriebs- und Überströmen, die beim Ausschalten eine Trennstrecke herstellen und deren Nenn-Ausschaltleistung für einen induktiven Leistungsfaktor  $\lambda = 0,7$  gilt. Wenn von „Schaltern“ und „Nennauschaltleistung“ gesprochen wird, dann ist anzunehmen, daß die in VDE 0670 allgemein für „Schalter“ festgesetzte „Schaltfolge“ zum Nachweis der „Nennauschaltleistung“ auch auf Lasttrennschalter anzuwenden ist. Die normale Schaltfolge (vielfach VDE-Schaltzyklus genannt) lautet:

$A - t - E - t - A' - t - EA''$ ,

wobei A Ausschalten, t Pause von etwa 3 min und E Einschalten bedeuten. Danach wäre also die Nennauschalt-

leistung eines Trenners in großer Anzahl mit sehr guten Betriebserfahrungen in Mittelspannungs-Anlagen eingebaut.

Lasttrennschalter werden vorwiegend verwendet als:

Transformator-Schalter (Bild 1), meist in Verbindung mit HH-Sicherungen,

Ringkabel- oder Ringleitungs-Schalter (Bild 2) und an Stelle normaler Trenner vor und hinter Leistungsschaltern (Bild 3).

Diese 3 Hauptanwendungsgebiete stellen an die Lasttrennschalter recht unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Ausschaltstrom und Schalthäufigkeit ohne Gerätewartung.

## Beanspruchung der Schalter

Beim Schalten üblicher Verbraucherlasten in Transformator-Abzweigungen und bei der Stromunterbrechung leerlaufender Transformatoren soll der Lasttrennschalter kleinere Ströme bis etwa 30 A möglichst oft wartungsfrei

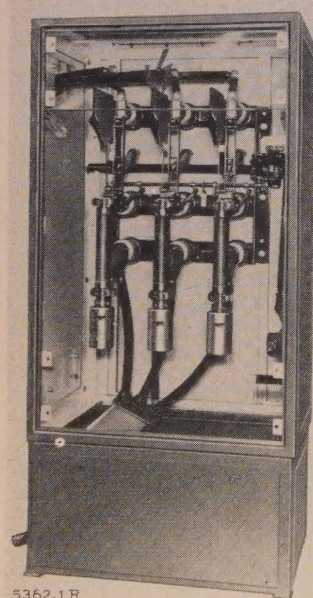


Bild 1. Lasttrenner 10 kV mit eingebauten HH-Sicherungen als Transformator-Schalter, eingebaut in eine blechverkleidete Schaltzelle (Tür ausgehängt) einer Baustein-Netz-Station.

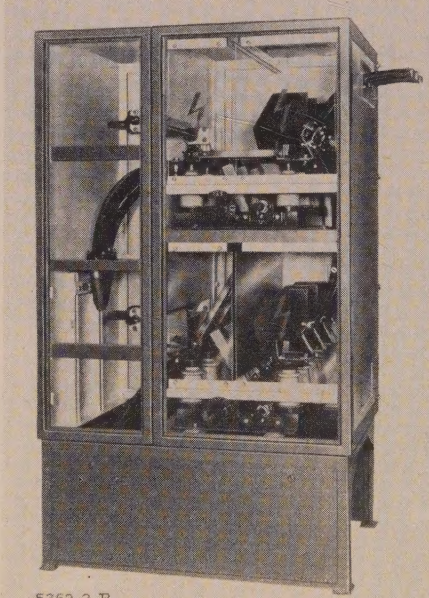


Bild 2. Zwei Lasttrenner 10 kV übereinander (oben geschlossen, unten geöffnet), eingebaut als Kabel-Ring-Schalter in eine blechverkleidete Schaltzelle (Tür ausgehängt) einer Baustein-Netz-Station.

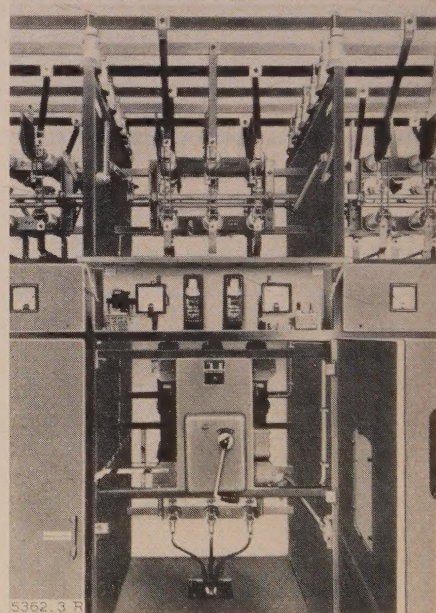


Bild 3. Lasttrenner 10 kV an Stelle normaler Trenner als Sammelschienen-Trenner vor bzw. hinter Leistungs-Schaltern in einer Doppel-Sammelschienen-Schaltanlage der Wandbauweise (ohne Kontrollgang), bei der Lichtbogen-Schutzdecken mit Durchführungen eingespart wurden.

leistung eines Lasttrennschalters mit insgesamt 3 Ausschaltungen nachzuweisen.

In der Praxis interessiert das Ausschaltvermögen eines Lasttrennschalters aber, je nach Verwendungsart, vornehmlich unter dem Gesichtspunkt der Wartungsfreiheit. Während dem Leistungsschalter immer ein Trenner oder eine Trennvorrichtung vor- und gegebenenfalls auch nachgeschaltet ist, nach deren Betätigung ein gefahrloser Zugang zum Leistungsschalter möglich ist, wird der Lasttrennschalter seit vielen Jahren ohne Vor- oder Nachschal-

schalten können. Schaltgeräte sollen nach VDE 0670 etwa jährlich, mindestens jedoch nach etwa 1000 Schaltspielen, überprüft werden; außerdem nach besonderen Anlässen, vornehmlich nach schweren Kurzschlüssen. Es wäre für den Betrieb von Vorteil, wenn Lasttrennschalter vor Transformatoren nicht aus besonderen Gründen mehrmals überprüft werden müßten, bevor dieses nach der vom VDE gegebenen Soll-Bestimmung nach 1000 Schaltspielen notwendig wird.

Das Auftrennen der Ringe und das Schalten im geöffneten Ring in Kabel- und Freileitungsnetzen verlangt vom Lasttrennschalter eine verhältnismäßig kleine Schalthäufigkeit für Ströme, die je nach Kabel- oder Leitungs-Quer-

\*) Ober-Ing. E. Schrank ist Direktor der CONCORDIA Maschinen- und Elektrizitäts-GmbH, Stuttgart.

schnitt theoretisch bis zu etwa 400 A betragen können. In Wirklichkeit liegen die Anforderungen immer erheblich niedriger, denn wo könnte sich ein Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen erlauben, alle seine an einen Ring oder auch nur an einen Ringteil angeschlossenen Stromabnehmer zugleich unter Last abzuschalten? Befragungen zahlreicher EVUs haben ergeben, daß tatsächlich nur mit Werten bis etwa 200 A bei 6 kV und bis 40 A bei 20 kV gerechnet wird und daß jährlich im Durchschnitt etwa 10 Schaltspiele in Betracht kommen.

Zu berücksichtigen ist u. a. auch, daß beim Öffnen eines Ringes nur 10 bis 20 % der Netzspannung an den Schaltklemmen auftreten, was sich beim Abschalten für die zu meist in der Leistung stark spannungsabhängigen Lasttrennschalter überaus günstig auswirkt. Wichtig für die Verwendung in Kabelschleifen aber ist, daß die Lasttrennschalter im Netzbetrieb auch in der Lage sind, Stromkreise mit größeren Kapazitäten (leerlaufende Kabel) und mit Erdschluß vor oder hinter dem Schalter einwandfrei zu schalten und daß die Betriebssicherheit auch nach mehrmaligem Einschalten des Lasttrennschalters auf bestehende Kurzschlüsse gewährleistet ist.

Die langjährigen, guten Erfahrungen hinsichtlich der Wartungsfreiheit bestimmter Lasttrennschalter vor Transformatoren und in Kabel- und Leitungs-Ringen sowie deren ständig gestiegenen, heute beachtlich hohen Ausschaltströme führten zu der Verwendung von Lasttrennschaltern an Stelle normaler Trenner vor und hinter Leistungsschaltern. Nur weil einfach konstruierte und robust gebaute Lasttrennschalter in der Wartung keine höheren Ansprüche als normale Trenner stellen, konnte diese Verwendungsart verwirklicht werden.

#### Schutz-Trenner

Es ist hinreichend bekannt, daß zahlreiche Unfälle in Mittelspannungs-Schaltanlagen durch irrtümliches Öffnen normaler Trenner unter Last entstehen und daß sie oft selbst dann aufgetreten sind, wenn besondere Verriegelungen zwischen Leistungsschaltern und Trennern vorhanden waren. In derartigen Fällen handelte es sich entweder um Aufhebungen der Verriegelungen aus schaltungstechnischen Gründen oder um das Versagen der Verriegelungen. Der Lasttrennschalter, der z. B. als Sammelschienen-Trenner oder als Kabel-Trenner ohne Verriegelungen eingebaut wird, arbeitet normal als einfacher Trenner. Nur wenn er einmal irrtümlich unter Last (vor dem Ausschalten des Leistungsschalters) geöffnet wird, werden seine Lichtbogen-Löschrichtungen benötigt. In diesen seltenen Fällen wird die Last ohne äußere Lichtbögen völlig gefahrlos für das Bedienungspersonal und die Anlage abgeschaltet.

Unter den Bezeichnungen „Schutz-Last-Trenner“ und „Schutz-Trenner“ haben inzwischen Lasttrennschalter in zahlreichen Schaltanlagen der verschiedensten Bauformen Eingang gefunden. Die Möglichkeit, bei Lasttrennschaltern offene Schaltlichtbögen überhaupt zu vermeiden, hat neue Anlagen-Bauweisen entstehen lassen, von denen Bild 4 eine besonders interessante Ausführung zeigt, bei der ohne waagerechte Lichtbogen-Schutzdecken der offene „Schutz-Trenner“-Einbau eine einwandfreie optische Kontrolle gewährleistet, die Zelle einen uneingeengten Abgang für eine etwa im unteren Teil entstehende Druckwelle nach oben über den Kontrollgang (hintere Sammelschiene) hat und die über dem Bedienungsangang liegende, vordere Sammelschiene völlig abgeschottet ist. Menschen im Bedienungsangang sind in einer solchen Anlage gegen Lichtbögen und deren Auswirkungen genauso gut geschützt wie das Sammelschienen-System über dem Bedienungsangang.

Die Anzahl der wartungsfreien Schaltspiele braucht bei der Verwendung von Lasttrennschaltern als „Schutz-Last-Trenner“ nur sehr klein zu sein, denn das an sich fehlerhafte Schalten unter Last wird überaus selten den gleichen Schalter betreffen. Der „Schutz-Last-Trenner“ sollte aber in der Lage sein, Ausschaltströme bis zu seinem Nennstrom mindestens fünfmal ohne Wartung schalten.

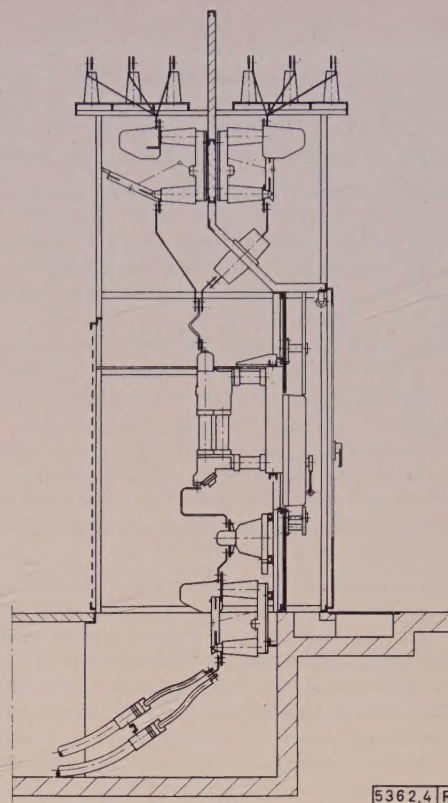


Bild 4. Schnitt durch eine Schaltzelle ohne waagerechte Lichtbogen-Schutzdecken mit völliger Abschottung eines Sammelschienen-Systems und des Sekundärspannungs-Raumes, mit Schutz-Last-Trennern vor und hinter dem Leistungs-Schalter und Druckentlastung nach oben zum Kontrollgang.

#### Einschaltfestigkeit

Wenn über die Verwendung von Lasttrennschaltern geschrieben wird, verdient auch deren Einschaltfestigkeit besondere Beachtung. Diese ist nicht nur von der Form und Bemessung der Hauptstrombahn (Einschalt-Kontaktstücke), sondern auch von der Einschaltgeschwindigkeit und dem Zustand der Löschkammern abhängig. Kräftigen Menschen gelingt es, sehr hohe Schaltgeschwindigkeiten von Hand, insbesondere bei Betätigung durch Schaltstange und günstiger Stellung der Antriebskurbel, zu erzielen. Eine Garantie, daß der Bediende in jedem Falle Erfolg hat und niemals beim Schaltvorgang in der Zügigkeit und Geschwindigkeit nachläßt, kann allerdings von keinem Menschen übernommen werden.

Wo deshalb die Möglichkeit des Einschaltens auf bestehende Kurzschlüsse besteht, sollten Lasttrennschalter mit angebauter Schnelleinschalt-Vorrichtung verwendet werden, mit der, unabhängig von der Bedienungsgeschwindigkeit, ein einwandfreies Einschalten auf Kurzschlüsse jeweils angegebener Leistung sichergestellt ist.

Bei Lasttrennschaltern mit angebauten Sicherungen kann die Schnelleinschalt-Vorrichtung zweckmäßig sein, wenn keine Freiauslösung und keine Auslösung durch die Sicherungen für automatisches dreipoliges Ausschalten vorgesehen ist. Auch in abnehmereigenen Stationen, in denen Schaltmanöver durch ungeübtes Personal durchgeführt werden, empfiehlt sich die Verwendung der angebauten Schnelleinschalt-Vorrichtung. In jedem Fall sollte sie an Lasttrennschaltern für Ringe und solche Strecken immer angebaut sein, für die mit dem Einschalten auf Kurzschlüsse gerechnet werden muß.

Bei den sogenannten „Schutz-Last-Trennern“ ist die Notwendigkeit der Schnelleinschalt-Vorrichtung umstritten. Es sind fast keine Fälle bekannt, in denen es zu Unfällen durch das Einschalten von Trennern auf Kurzschlüsse gekommen ist, und kaum ein Betriebspraktiker wird z. B. für einen mit einem Leistungsschalter in Reihe geschalteten normalen Trenner eine Schnelleinschalt-Vorrichtung für un-

erläßlich halten. Da aber schließlich Verriegelungen zwischen Leistungsschalter und Trenner nicht nur das Öffnen der Trenner unter Last, sondern auch das Schließen auf einen Kurzschluß vermeiden sollen, kann ohne Verriegelungen der gleiche Effekt durch Lasttrennschalter mit angebauter Schnelleinschalt-Vorrichtung erzielt werden.

In VDE 0670 werden Lasttrennschalter nicht als „Trenner“, sondern als „Schalter“ klassifiziert, und für „Schalter“ werden unmittelbare Handantriebe nur für Einschaltströme bis zu 10 kA zugelassen. Die Einschaltwerte vieler Lasttrennschalter mit angebauter Schnelleinschalt-Vorrichtung gehen weit über diesen Wert hinaus. Die Frage ist aber, ob ein Lasttrennschalter vor oder hinter einem Leistungsschalter als „Schalter“ oder als „Trenner“ zu bewerten ist und ob in diesem Falle wirklich von ihm eine bestimmte Einschaltfestigkeit verlangt werden muß. Bisher wird zu meist vom „Lasttrenner“ und nicht vom „Lasttrennschalter“ gesprochen, und es sollte nicht übersehen werden, daß sowohl Funktionen als „Trenner“ als auch Funktionen als „Schalter“ beim „Lasttrenner“ und „Lasttrennschalter“ im Betrieb in Betracht kommen.

Die schon erwähnte Abhängigkeit der Einschaltfestigkeit vom Zustand der Löschkammern verdient stärker beachtet zu werden, als das allgemein geschieht. Wenn auch die bekannten Lasttrennschalter in fast allen Fällen so eingeschaltet werden, daß zuerst die Kontaktstücke der Hauptstrombahn in den Löschkammern später schließen, ergeben sich in den Kammern doch Vorzündungen, deren Ursache die Benetzung der inneren Kammerwandungen mit Ruß, Metallspritzern, Staub und Feuchtigkeit sind, wie sie durch Ausschaltlichtbögen und äußere Einflüsse entstehen. Bei höheren Betriebsspannungen können die Vorzündungen in den Kammern kritisch werden und zur Kammerzerstörung beim Einschalten führen.

Es ist deshalb wichtig, die Einschaltfestigkeit eines Lasttrennschalters nicht an einem fabrikneuen Gerät, sondern erst nach einer bestimmten Anzahl von Lastabschaltungen zu prüfen. Auch der äußere Zustand der Löschkammern (Feuchtigkeit, Staub) kann wegen der Nähe der Hauptstrombahn die Einschaltfestigkeit beeinflussen, weshalb Ausführungen mit stark zeitlich verzögerter Nach-eilung der Hilfskontaktstücke gegenüber dem Einschalten der Hauptstrombahn nur eine teilweise Besserung bringen, die aber durch kompliziertere Schaltmechanik und Schwierigkeiten beim Einschalten mit gleichzeitiger Auslösung durch Sicherungen oder andere Auslöser unvorteilhaft sein können. Es gibt heute einfachere und zweckmäßigere Lösungen zum Erhöhen der Einschaltfestigkeit.

### Lichtbogenlöschung

Die zumeist gebräuchlichen Lasttrennschalter verwenden für die Lichtbogenlöschung sogenannte Flach- oder Schlitz-Löschkammern, in denen eine Hilfskontakt-Einrichtung nach genügend weitem Öffnen der Hauptstrombahn mit hoher

Schaltgeschwindigkeit endgültig trennt. Der dabei entstehende Schaltlichtbogen wird an den verhältnismäßig großflächigen Kammerwandungen gekühlt und dadurch, sowie durch Gas- und Luftströmung, vor dem Austritt des Hilfskontaktmessers aus der Kammer gelöscht. Die Löschkammer besteht bei den bekanntesten Lasttrennschaltern aus Werkstoffen, die unter der Lichtbogeneinwirkung Gas abgeben. Im Prinzip ergibt sich der Ausschaltvorgang entsprechend den in Bild 5 dargestellten Schaltphasen.

Das Flachkammer-Löschsystem bietet den Vorteil, als Zusatz-Einrichtung an normale Trenner angebaut werden zu können. Es besteht damit nicht nur die Möglichkeit, Lasttrennschalter mit den Abmessungen genormter Trenner zu bauen, sondern je nach Leistungsvermögen der Löscheinrichtung damit Trenner verschiedener Nennstromstärken auszurüsten. Zunächst wurde angestrebt, das Ausschaltvermögen dem Nennstrom der Lasttrennschalter gleichzusetzen. Die Löscheinrichtung selbst ist in ihrem Aufbau aber nicht wie die Hauptstrombahn vom Nennstrom abhängig, und da es in stetiger Forschung gelang, Löscheinrichtungen für immer höhere Ausschaltströme zu entwickeln, die als Einheitsausführung an Geräten verschiedener Nennströme angebaut werden, würden sich bei der Festlegung des Ausschaltvermögens gleich dem Nennstrom bei Schaltern von z. B. 400 A Nennstrom höhere Leistungsreserven und größere Schalthäufigkeiten ergeben als von z. B. 630 A Nennstrom. Deshalb und weil es auch richtig erscheint, für den Begriff „Nennstrom“ den dafür allgemein verstandenen Sinn beizubehalten, der sich auf den thermisch zulässigen Dauerstrom eines Gerätes bezieht, mit dem ganz bestimmte Werte hinsichtlich der Kurzschlußfestigkeit verbunden sind, sollte die vielfach übliche Identifizierung von Nennstrom und Ausschaltstrom bei Lasttrennschaltern nicht fortgesetzt werden.

### Wartungsfreiheit

Da die Kennwerte nach dem Neuentwurf VDE 0670 für Lasttrennschalter keine genügenden Rückschlüsse für den Betrieb zulassen, wird vorgeschlagen, für Lasttrennschalter eines bestimmten Nennstroms in Abhängigkeit von der Zahl der möglichen Schaltspiele diejenigen Stromwerte zu nennen, die den Begriff des „praktisch wartungsfreien Lasttrennschalters“ abgrenzen.

Nicht für jeden Lasttrennschalter dürfte es möglich sein, die Frage nach der zulässigen Zahl der Schaltspiele durch eine einzige Angabe in Form eines Summenstroms zu beantworten. Ein Schalter, der z. B. 10-mal 1000 A einwandfrei und ohne Wartung unterbrechen kann, muß durchaus nicht 1000-mal 10 A oder 100-mal 100 A oder 50-mal 200 A schalten können. Es gibt zu viele Einflüsse, die der Schalthäufigkeit eine Grenze setzen. Zu berücksichtigen sind hauptsächlich

- die mechanische Abnutzung,
- die Verrußung und der Ausbrand der Kammer und
- der Abbrand der Schaltstücke.

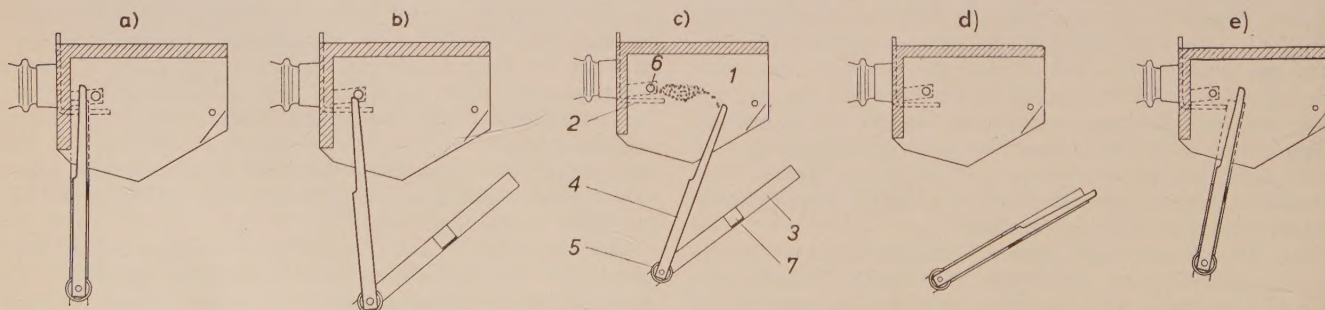


Bild 5. Schaltphasen eines Lasttrenners mit Flach- oder Schlitz-Löschkammer.

a bis d: wichtigste Ausschaltphasen; e: Einschalten mit Hauptstrombahn.

1 Flach-Löschkammer  
2 Trenn-Kontaktstück

3 Trennmesser  
4 Abreißmesser

5 Ausschaltfedern  
6 Abreiß-Kontaktstück

7 Anschlag und Fänger  
für Abreißmesser

Beim Schalten kleinerer Ströme ist die elektrische Beanspruchung so gering, daß die Schalthäufigkeit maßgeblich durch die mechanische Abnutzung bestimmt wird. Bei größeren Ausschaltströmen ist die Kammverrußung, gegebenenfalls auch der Ausbrand der Kammer, für die Schalthäufigkeit entscheidend. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei steigenden Strömen eine stärkere Kammverrußung durch längere Lichtbogenzeiten, unter Umständen auch eine zusätzliche Minderung der Spannungsfestigkeit durch Metallspritzer eintritt. Wenn die Ausschaltströme im oberen Drittel des Leistungsbereiches liegen, wird der Abbrand der Schaltstücke für die Bestimmung der möglichen Schaltspiele entscheidend.

Zu den Einflüssen durch Ausschaltvorgänge kommen die durch das Einschalten von Kurzschlüssen entstehenden Beanspruchungen der Kammer und Hilfskontakt-Einrichtung. Die Ausschalt-Leistung und ihre Schalthäufigkeit kann durch Einschaltungen auf Kurzschlüsse genauso beeinflusst werden, wie umgekehrt die Einschaltfestigkeit durch die Abschaltströme und ihre Schalthäufigkeit.

Festlegen der Schalter-Kennwerte

Um Garantiezahlen für die im Sinne „praktischer Wartungsfreiheit“ gültigen Schaltspiele festzulegen, sind umfangreiche Schaltversuche notwendig. Nachstehend soll über die Ergebnisse solcher Versuche mit Lasttrennschaltern Typ L-TRI 60 berichtet werden, die je nach Beanspruchung der Geräte eine befriedigende Beurteilung hinsichtlich Schalthäufigkeit, Ausschaltstrom und Wartungsfreiheit zulassen. Aus dem Bild 6 können für Lasttrennschalter VDE-Reihe 10 nach Bild 7 (Nennstrom 400, 630 und 1250 A) bei 6 und 10 kV Betriebsspannung und für Lasttrennschalter VDE-Reihe 20 (Nennstrom 400 und 630 A) die wartungsfreien Schaltspiele *n* bei jedem Ausschaltstrom *I<sub>a</sub>* unmittelbar abgelesen werden. Beispielsweise ist *n* = 100 bei 6 kV und *I<sub>a</sub>* = 300 A; *n* = 50 bei 6 kV und *I<sub>a</sub>* = 630 A; *n* = 60 bei 15 kV und *I<sub>a</sub>* = 100 A usw. Nach dem Vorschlag können nun für jeden Schalter zum genauen Beurteilen der Wartungsfreiheit bestimmte Stromwerte genannt werden, mit denen bestimmte Schaltungszahlen verbunden sind. Dazu ist es notwendig, Festlegungen zu treffen; es werden vorgeschlagen:

- Unterer Grenzausschaltstrom *I<sub>gu</sub>* für *n* = 1000,
- Nennausschaltstrom *I<sub>an</sub>* für *n* = 50,
- oberer Grenzausschaltstrom *I<sub>go</sub>* für *n* = 5.

Wenn nun auch für den Nennstrom *I<sub>N</sub>* der Schalter die Zahl der möglichen Schaltspiele *n* angibt, ergeben sich nach den Angaben im Bild 6 die in Tafel 1 enthaltenen „Kennwerte“ für die Wartungsfreiheit der angegebenen Lasttrennschalter Typ L-TRI 60.

Tafel 1. Kennwerte für die Wartungsfreiheit eines Schaltertyps.

| Nennspannung <i>U<sub>n</sub></i> kV                                     | 10    |      |         |      |         |      | 20      |     |       |     |
|--|-------|------|---------|------|---------|------|---------|-----|-------|-----|
| Betriebsspannung <i>U<sub>b</sub></i> kV                                 | 5—7,5 |      | 10—11,5 |      | 14—16,5 |      | 14—16,5 |     | 20—23 |     |
| Nennstrom <i>I<sub>N</sub></i> A   | 400   | 630  | 1250    | 400  | 630     | 1250 | 400     | 630 | 400   | 630 |
| <i>n</i>   | 75    | 50   | 15      | 50   | 30      | 10   | 15      | 8   | 10    | 6   |
| unterer Grenzausschaltstrom <i>I<sub>gu</sub></i> , <i>n</i> *) = 1000 A | 30    | 30   | 30      | 20   | 20      | 20   | 6       | 6   | 4     | 4   |
| Nennausschaltstrom <i>I<sub>an</sub></i> , <i>n</i> = 50 A               | 630   | 630  | 630     | 400  | 400     | 400  | 120     | 120 | 80    | 80  |
| oberer Grenzausschaltstrom <i>I<sub>go</sub></i> , <i>n</i> = 5 A        | 1000  | 1500 | 1500    | 1000 | 1500    | 1500 | 700     | 700 | 700   | 700 |

\*) *n* = Anzahl der wartungsfreien Schaltspiele.

Alle Stromangaben beziehen sich auf Prüfungen mit induktivem Leistungsfaktor *cos φ* ≥ 0,7 entsprechend der Festlegung in VDE 0670, § 57 zum Nachweis der Nennausschaltleistung. Nach § 64 (Kennwerte für Aufschriften) sind für

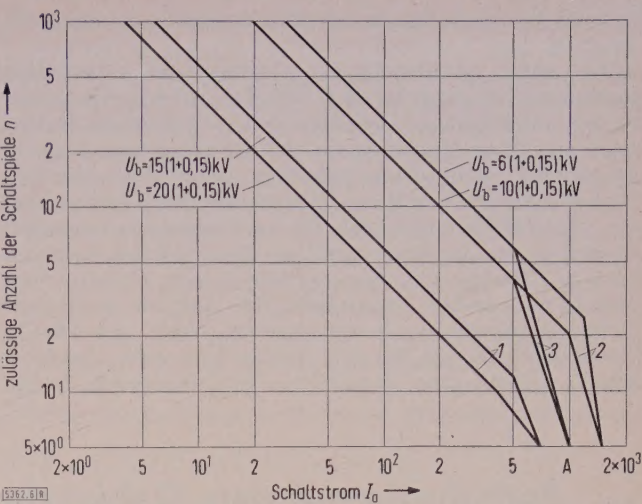


Bild 6. Zusammenhang zwischen Zahl der Schaltspiele, Schaltstrom und Netzspannung.

- 1 Lasttrenner 20 kV
- 2 Lasttrenner 10 kV, *I<sub>N</sub>* = 630 und 1250 A
- 3 Lasttrenner 10 kV, *I<sub>N</sub>* = 400 A

Lasttrennschalter auch Leistungsangaben bei *cos φ* ≥ 0,15 zu machen. Da im Netzbetrieb nur außerordentlich selten Schaltungen mit Lasttrennschaltern bei *cos φ* ≥ 0,15 und dann nur bei verhältnismäßig kleinen Stromwerten in Betracht kommen, wäre es zu begrüßen, wenn auf die Leistungsangaben bei *cos φ* ≥ 0,15 verzichtet oder wenn man sich auf die Vorschrift beschränken würde, daß ein bestimmter Prozentsatz der bei *cos φ* ≥ 0,7 angegebenen Stromwerte bei *cos φ* ≥ 0,15 nicht unterschritten werden darf. Es ist bekannt, daß die Lasttrennschalter-Ausschaltleistung bei niedrigen Betriebsspannungen (5 bis 10 kV) zumeist nur wenig, bei höheren Betriebsspannungen (15 bis 30 kV) aber stärker vom induktiven Leistungsfaktor abhängig ist.

Übrigens hat die Praxis durch jahrelangen Betrieb mit Lasttrennschaltern, die oft qualitativ und leistungsmäßig längst noch nicht so hochwertig waren wie Geräte aus neueren Entwicklungsstufen, eindeutig bewiesen, daß im Netzbetrieb erhebliche mildere Beanspruchungen als bei den Prüfungen vorliegen und daß u.a. zugunsten des Nachweises der Wartungsfreiheit einige Bestimmungen bedenkenlos aufgegeben werden können. In diesem Zusammenhang sei allgemein noch vermerkt, daß die üblichen Prüffeldeinrichtungen fast nur Versuche mit Reihenschaltung von Induktivität und Widerstand ermöglichen, wobei sich entschieden ungünstigere Verhältnisse ergeben als im praktischen Netzbetrieb. Die tatsächliche Belastung im Netz entspricht normal einer Parallelschaltung von Induktivität und Widerstand. Die fast immer vorhandenen Asynchronmotoren halten die Spannung auf der abgeschalteten Seite nach der Stromunterbrechung in gewissem Umfange aufrecht, so daß

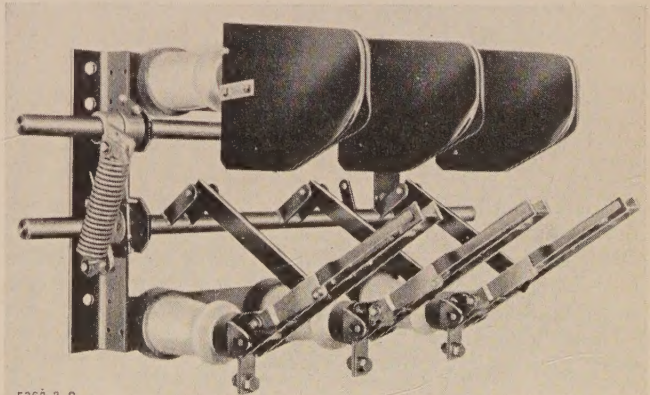


Bild 7. Lasttrenner 10 kV, 630 A, mit Schnellschalt-Vorrichtung für Bedienung von rechts und links (ausgeschaltet).

die wiederkehrende Spannung stets kleiner ist als die Netzspannung.

Die unter prüffeldmäßigen Bedingungen ermittelten Schaltungszahlen nach Bild 6 schließen daher — verglichen mit den tatsächlichen Anforderungen — erhebliche Sicherheiten ein. Diese können nur geschätzt werden, jedoch dürfte man mindestens mit einem Sicherheitsfaktor = 2 (unter Umständen sogar bis 5, z. B. bei Ringschaltungen) rechnen können. Berücksichtigt man, daß die im Netzbetrieb geschalteten Ströme nur in Ausnahmefällen den höchsten Betriebsstrom der Anlage erreichen, im Mittel aber erheblich darunter liegen werden, dann ergibt sich, daß ein nach einer Prüffeld-Untersuchung gewährleisteter Wert  $n = 100$  in Wirklichkeit 200 bis 500 und häufig noch mehr betriebsmäßigen Schaltungen entspricht. Der Nennschaltstrom

für durch Ausschaltungen vorbeanspruchte Lasttrennschalter L-TRI 60 wurde bei 10 kV auf 45 kA und bei 20 kV auf 23 kA entsprechend 300 MVA Kurzschlußleistung verbessert.

### Zusammenfassung

Um für Mittelspannungs-Lasttrennschalter die je nach Verwendungsart als Transformatoren-Schalter, Ring-Schalter und „Schutz-Lasttrenner“ unterschiedlichen Betriebsbedingungen mit praktischer Wartungsfreiheit in Einklang bringen zu können, werden Vorschläge zum Festlegen bestimmter Kennwerte (Ausschaltströme in Abhängigkeit von der Schalthäufigkeit) und entsprechende Angaben über neuere Lasttrennschalter 10 und 20 kV Nennspannung, 400, 630 und 1250 A Nennstrom gemacht.

## Fortschritte auf dem Gebiet der galvanischen Stromerzeuger (I)

Von Joachim Euler, Frankfurt a. M. \*)

DK 621.352(047.1)

Die neue Entwicklung in der Nachrichtentechnik, insbesondere die ständige Zunahme von kleinen tragbaren Rundfunk-Empfängern und Plattenspielern, hat zu einem stetig steigenden Verbrauch an Batterien zum Speisen dieser Geräte geführt. Aber auch in der Meßtechnik, in Hörhilfen, Blitzgeräten für die Phototechnik, in Haushalt und Gewerbe, als Energiequelle für Taschenlampen, Uhren und dergleichen werden immer mehr Batterien benötigt. Von den heutigen Primärelementen verlangt man eine große Energiekonzentration, d. h. hohe Energie je Kubikzentimeter und Gramm, lange Lagerfähigkeit, günstige Entladekurven und niedrige Preise. In dem folgenden Beitrag wird über die Fortschritte und Verbesserungen auf dem Gebiete der Primärelemente berichtet.

### Die Leclanché-Zellen (Zink — Salmiak — Braunstein)

#### Pastenzellen

Bei der Leclanché-Zelle ist seit vielen Jahren die Ausführung mit pastenförmigem Elektrolyten (Bild 1) üblich. Die positive Elektrode 1 wird zusammen mit dem Kohlestift 4 fertig gepreßt und dann in den Becher 8 eingesetzt, der schon vorher mit der erforderlichen Menge des flüssigen Elektrolyten gefüllt worden ist. Dieser Elektrolyt be-

steht aus einer Lösung von Salmiak, Chlorzink, Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid oder Lithiumchlorid, in der etwas Weizenmehl, Stärke oder Maismehl suspendiert ist. Wenn die positive Elektrode eingesetzt ist, läßt man durch eine geeignete Behandlung, z. B. durch einen Wärmestoß, das Mehl abbinden. Dabei bildet sich die Elektrolytpaste, eine Schicht von einigen Millimetern Dicke (6).

Die erwähnte Konstruktion hat sich ungefähr gleichzeitig mit dem Eindringen wirtschaftlich arbeitender Herstellungsmaschinen in die Trockenbatterie-Industrie ausgebildet. Die Hauptvorteile der Pastenzellen bestehen in der verhältnismäßig großen Schichtdicke des Elektrolyten. Sie dient als Flüssigkeitsreserve, kann mechanische Querkräfte der positiven Elektrode aufnehmen, kann andererseits bis zu einem gewissen Grade Schrumpfungen der positiven Elektrode ausgleichen, schützt die negative Elektrode dank ihrer großen Dicke davor, daß Braunstein-Teilchen von der positiven Elektrode herüber wandern, und enthält schließlich in dem verquollenen Mehl Bestandteile, die eine Korrosion am Zink verhindern.

### Papierfutter-Zellen (paper lined cell) Allgemeines

Schon vor der Entwicklung der Pastenzellen war eine andere Bauart für die Rundzelle bekannt [1]; dabei wurde der Zinkbecher mit einem saugfähigen Papier ausgekleidet. Die positive Elektrode war zunächst locker gepreßt, wurde in die Papierauskleidung geschoben und dann durch axialen Druck satt an das Papierfutter angelegt. Meist war die positive, aktive Masse von vornherein so feucht, daß ihr Wassergehalt das Papierfutter durchfeuchten konnte. In anderen Fällen wurde von oben her eine Lösung nachgetropft.

Diese Zellen hatten hohe Kurzschlußströme und ließen eine höhere, kurzzeitige Belastung als die Pastenzellen zu [2]. Sie neigten aber zum Austrocknen, zu Korrosionen am Zink und zu Quellerscheinungen. Die Zellen hatten also nur eine geringe Lagerfähigkeit. Das Verfahren erlaubte es andererseits, auf Kosten des Elektrolytvolumens die Menge der aktiven Massen und damit den Energie-Inhalt zu vergrößern. Daher ist es nicht verwunderlich, daß die Entwicklung auf diesem Spezialgebiet nie zur Ruhe gekommen ist. Man findet schon 1918 ein Patent von L. R. Rhoades [3], der das Papier mit Mehl imprägnierte, um so die korrosionshemmende Wirkung der Pastenelektrolyte auf die Papierfutterzellen zu übertragen.

Wenn trotzdem viele Jahre vergehen mußten, ehe sich dieser Zellentyp durchsetzen konnte, so insbesondere deswegen, weil die verhältnismäßig dünne, poröse Papierschicht keine saubere Trennung zwischen positiver und negativer Elektrode gewährleisten konnte. Dazu brachte man später bei dem sogenannten Methozel-Papier be-

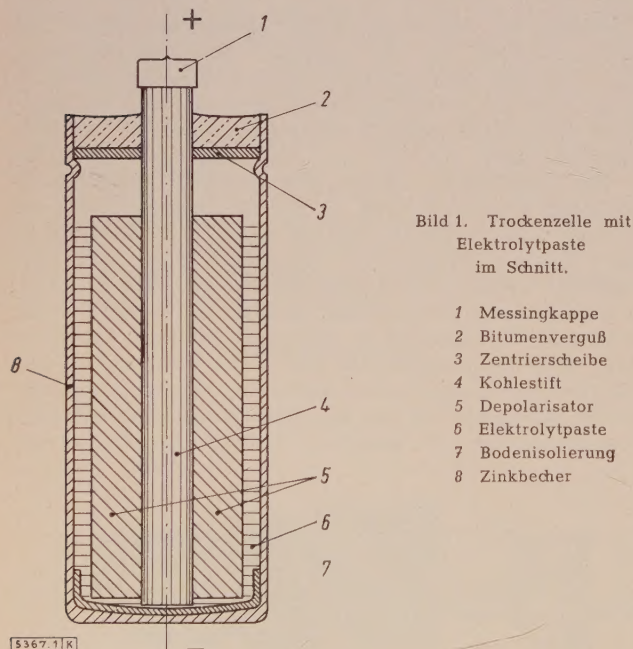


Bild 1. Trockenzelle mit Elektrolytpaste im Schnitt.

- 1 Messingkappe
- 2 Bitumenverguß
- 3 Zentrierscheibe
- 4 Kohlestift
- 5 Depolarisator
- 6 Elektrolytpaste
- 7 Bodenisolierung
- 8 Zinkbecher

steht aus einer Lösung von Salmiak, Chlorzink, Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid oder Lithiumchlorid, in der etwas Weizenmehl, Stärke oder Maismehl suspendiert ist. Wenn die positive Elektrode eingesetzt ist, läßt man durch eine geeignete Behandlung, z. B. durch einen Wärmestoß, das Mehl abbinden. Dabei bildet sich die Elektrolytpaste, eine Schicht von einigen Millimetern Dicke (6).

\*) Dr.-Ing. J. Euler gehört dem Zentral-Laboratorium der Accumulatoren-Fabrik AG in Frankfurt an und hat einen Lehrauftrag der Technischen Hochschule Stuttgart.

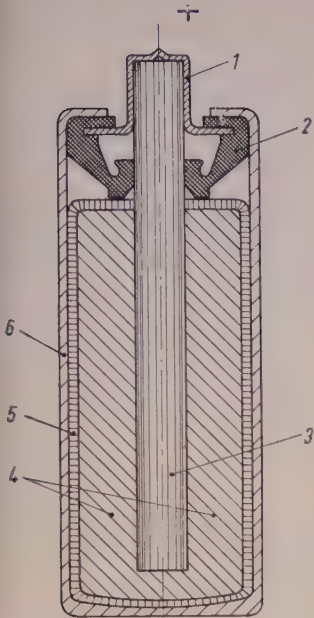


Bild 2. Papierfutterzelle.

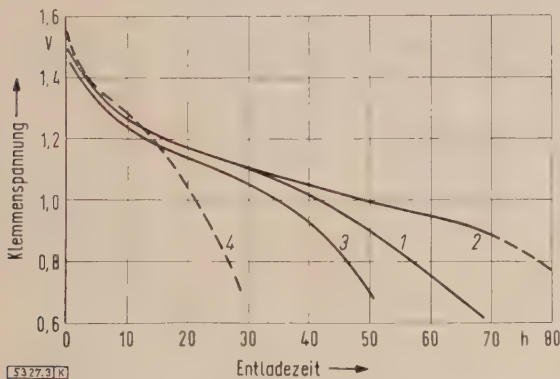
- 1 Messingkappe
- 2 eingebördeltes Verschlussstück aus Kunststoff
- 3 Kohlestift
- 4 Depolarisator
- 5 Papierfutter mit Mehl- und Sperrschicht
- 6 Zinkbecher

5347.2 R

stimmte organische Verbindungen, z. B. Methylzellulose, auf das Papier, die mit Hilfe organischer Säuren [32], z. B. Zitronensäure, unlöslich gemacht wurden. Dieser Überzug dichtete die Poren in dem Papier ab, blieb dabei aber für die Ionen durchlässig. R. Huber und O. Zottmann [4] haben das Papier mit einer Mehlschicht und zusätzlich mit einer unlöslichen Sperrschicht aus Salzen der Carboxy-Methyl-Zellulose versehen. Diese Schichten lassen zwar Ionen durch, halten feinste, kolloid verteilte Braunstein- oder Rußteilchen jedoch sicher zurück.

E. M. Klopp [38] verbesserte die Lagerfähigkeit bei hohen Temperaturen dadurch noch weiter, daß er auf dem Zink dünne Filme von etwa 6000 Molekülen Dicke aus 8-nitro-Chinolin oder 8-chloro-Chinolin erzeugte. Diese Filme verhindern die Korrosion ohne nennenswerte Behinderung der Stromlieferung.

Auch konstruktive Maßnahmen, z. B. eine besondere Abschlußkappe [5], waren notwendig, um das größere Volumen der aktiven Masse ausnutzen zu können (Bild 2). Zusammen mit den Erfahrungen, die man inzwischen über den Einfluß der physikalischen Struktur [6] auf die Leistungsfähigkeit der Batterien gewonnen hatte, ließen sich bei hoher Lagerfähigkeit ganz erhebliche Steigerungen des Energie-Inhaltes erzielen. Als Beispiel zeigt Bild 3 die Entladekurve einer Perplexzelle (13,3 mm Dmr., 47,3 mm lang) in Chlor-Magnesium-Ausführung, wie sie als Stromquelle für Taschen-Rundfunk-Empfänger entwickelt wurde.



5377.3 R

Bild 3. Entladekurven einer Perplexzelle von 13,3 mm Dmr. und 47,3 mm Länge in Papierfutterausführung mit Chlormagnesium-Elektrolyt.

- 1 kontinuierliche Entladung über 60 Ω
- 2 täglich 2 h Entladung über 60 Ω
- 3 täglich 6 h mit 25 mA entladen
- 4 zum Vergleich gleich große Pastenzelle, 2 h täglich über 60 Ω

## Besonders kleine Zellen

Papierfutterzellen kann man auch ganz ohne Kohlestift bauen. In dieser Ausführung lassen sich besonders kleine Zellen fertigen. Als Beispiel zeigt Bild 4 den vereinfachten Schnitt durch die bei Pertrix entwickelte, besonders kleine Endo-Zelle<sup>1)</sup>. Sie hat bei nur 4 mm Dmr. eine Länge von 6 mm und ist für die Energieversorgung medizinischer Sonden bestimmt, die der Patient wie eine Pille verschluckt. Diese bohnen großen Sonden geben dem Arzt über einen frequenzmodulierten Sender Auskunft über Druck, Temperatur oder  $p_H$ -Wert im Magen-Darm-Kanal. Das unangenehme und lästige Magenausheben ist damit praktisch überwunden. Die Zelle hält den Sender in der Sonde ungefähr drei Tage in Betrieb, also erheblich länger als normalerweise erforderlich. Der Betriebsstrom beträgt ungefähr 0,1 mA. Die Zelle liefert bei dieser Belastung rund 6 mAh.

## Zellen für hohe Belastung

Die schon erwähnte Perplex-Zelle ist ein Beispiel dafür, daß sich mit der Papierfutter-Konstruktion ein besonders hoher Energie-Inhalt erreichen läßt. Dabei wird der ursprüngliche Vorteil dieser Zellen, nämlich der hohe Kurzschlußstrom, nicht ausgenutzt. Die Trockenbatterie-Industrie bemüht sich aber seit vielen Jahren um Zellen mit hohem Kurzschlußstrom für photographische Blitzgeräte [7]. Das

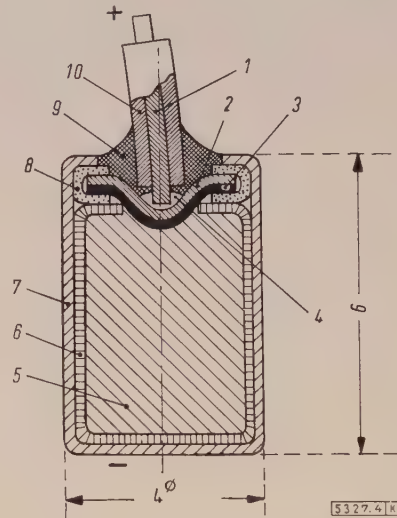


Bild 4. Schnitt durch die Pertrix-Endo-Zelle mit 4 mm Dmr. und 6 mm Länge.

- 1 Kupferdraht
- 2 Metallplättchen
- 3 leitender Kunststoff
- 4 Lötstelle
- 5 Depolarisator
- 6 Papierfutter mit Mehl- und Sperrschicht
- 7 Zinkbecher
- 8 eingebördelter Verschlussring aus Kunststoff
- 9 elastischer Verfüß
- 10 Drahtisolierung

alte Rezept, den Anteil an Leitwerkstoff in der positiven Masse auf mehr als die Hälfte zu erhöhen, brachte zwar eine Steigerung des Kurzschlußstromes, die aber gleichzeitig von einem erheblichen Rückgang des Energie-Inhaltes begleitet war. Hier hat sich das Papierfuttersystem erneut als günstig erwiesen.

Bild 5 zeigt als Beispiel Entladekurven einer modernen Blitzlichtzelle in Größe der bekannten Monozelle (31,5 mm Dmr., 57 mm lang). Der Kurzschlußstrom dieser Zellen liegt mit rund 20 A gut dreimal so hoch wie sonst. Andererseits haben gerade diese Zellen auch bei kleinerem Entladungsstrom einen hohen Energie-Inhalt. So ergibt sich z. B. bei der Dauerentladung über 40 Ω bis zu einer Schlußspannung von 0,8 V eine Betriebszeit von etwa 200 h entsprechend 5,9 Ah bzw. 7,0 Wh. Dieser Wert liegt mehr als 50 % über dem einer normalen Beleuchtungszelle gleicher Größe.

<sup>1)</sup> Herrn Dr. A. Schmier, Ellwangen, dankt der Verfasser für Überlassung des Bildes.

Zellen mit alkalischem Elektrolyten

Aus Bild 6 kann man entnehmen, daß bei mäßiger Entladung die normale Trockenbatterie die billigste primäre galvanische Stromquelle ist. Der Vergleich zwischen Primärbatterie und Akkumulator ist naturgemäß schwierig. Der hohe Anschaffungspreis eines Akkumulators wird bei weitem dadurch aufgehoben, daß der Akkumulator viele Male geladen werden kann. Andererseits ist gerade dieses Laden für den Benutzer lästig.

Auch der Vergleich verschieden großer Primärzellen oder gar verschiedener elektrochemischer Systeme ist nur mit Vorsicht zu bewerten. Das bezieht sich insbesondere auf die Entladebedingungen. Die Angaben in den Bildern 6 und 7 beziehen sich auf intermittierende Entladungen von 4 bis 8 Stunden am Tag bis zu einer Schlußspannung von 0,75 V/Zelle, wobei der Belastungswiderstand je nach der Zellengröße so gewählt wurde, daß die Entladung 50 bis 100 Stunden dauerte.

Die Verhältnisse können also bei anderen Entladebedingungen wesentlich anders sein. Unter den Bedingungen von Bild 6 sind die alkalischen Quecksilberoxydzellen, bezogen auf gleichen Energie-Inhalt, rund 4- bis 5-mal so teuer wie normale Trockenbatterien. Wenn die Zellen sich trotzdem einbürgern konnten, so verdanken sie das dem hohen Energie-Inhalt, der waagrecht verlaufenden Entladekurve und der verhältnismäßig großen Belastungsfähigkeit.

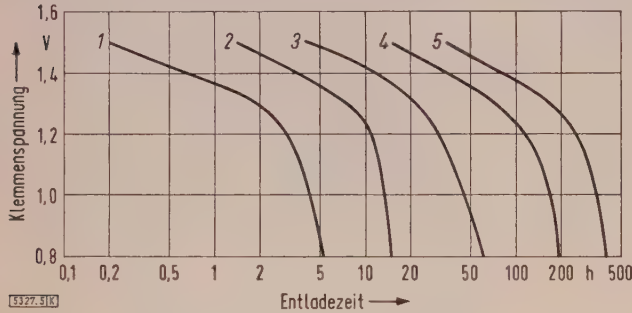


Bild 5. Entladekurven einer Papierfutter-Hochleistungszelle, Dauerentladung über feste Widerstände. Der Zeitmaßstab ist logarithmisch.  
1 Entladung über 5 Ω, Kapazität bis 0,8 V 1,2 Ah  
2 Entladung über 10 Ω, Kapazität bis 0,8 V 1,8 Ah  
3 Entladung über 20 Ω, Kapazität bis 0,8 V 3,6 Ah  
4 Entladung über 40 Ω, Kapazität bis 0,8 V 5,9 Ah  
5 Entladung über 80 Ω, Kapazität bis 0,8 V 6,2 Ah

Bild 7 zeigt, wiederum für eine mittlere Belastung, den auf die Volumeneinheit bezogenen Energie-Inhalt verschiedener Zellen. Man erkennt aus diesem Kurvenblatt zugleich den besonders hohen Entwicklungsstand der mit b bezeichneten Bleistiftzelle (10 mm Dmr., 43 mm lang), deren Aufbau Bild 2 ähnlich ist. Die große Streuung in Bild 7 wird dadurch hervorgerufen, daß die Entladebedingungen für die einzelnen Zellen nicht völlig gleich sind, und daß die geometrischen Verhältnisse, z.B. das Verhältnis von Schichtdicke zu Fläche, unterschiedlich sind. Man erkennt aus Bild 7 die Steigerung des Energie-Inhaltes, die noch über die mit Plattenzellen [39] erreichbaren Spitzenwerte hinausgehen.

Alkalische Primärbatterien sind seit vielen Jahren bekannt. Ihre technische Entwicklung war schwierig, weil der alkalische Elektrolyt einen völlig dichten Verschuß verlangt und weil die Korrosion der Lösungselektrode — meist wird Zink verwendet — im alkalischen Elektrolyten erheblich ist. Solange also die normale Trockenzelle dem Verbraucher genügte, bestand kein Bedürfnis, die schwierig herzustellende und teure alkalische Zelle auf den Markt zu bringen. Trotzdem haben sich viele Forscher etwa seit der Jahrhundertwende mit alkalischen Primärbatterien befaßt. Schon 1902 beschreibt A. Heil [8] eine alkalische Quecksilberoxyd-Zelle, und 1903 veröffentlicht S. Yai einen Bericht über ein alkalisches Zink-Braunsteinelement [9].

Man lernte auch sehr bald, daß die Zinkkorrosion durch das Auflösen von Zinkoxyd in der Lauge stark herunter-

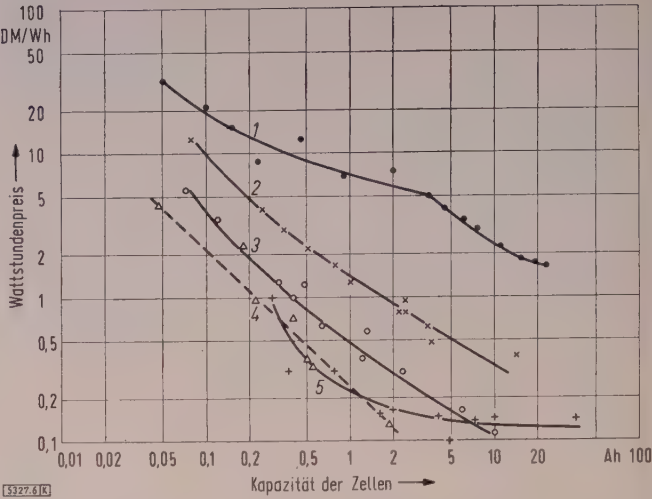


Bild 6. Wattstundenpreis bei galvanischen Zellen. Die Angaben beziehen sich auf 50- bis 100-stündige Entladungen, intermittierend, etwa 4 bis 8 h/Tag bis zu einer Entlade-Schlußspannung von 0,75 V.  
1 gasdichte alkalische Akkumulatoren (Entladung 10-stündig)  
2 alkalische HgO-Zellen  
3 Leclanché-Zellen mit Papierfutter  
4 Leclanché-Plattenzellen  
5 Leclanché-Zellen mit Elektrolytpaste

gedrückt werden konnte [10]. In neutralen oder sauren Lösungen ist das Zink nur wenig polarisiert, so daß man mit einfachen glatten Blechen auskommt. Dagegen erlauben die Deckschichten auf dem Zink in stark alkalischen, Zinkat enthaltenden Elektrolyten nur geringe Stromdichten.

Deshalb muß man die Oberfläche der negativen Elektrode nach Möglichkeit vergrößern. Das einfachste Mittel dazu ist eine poröse Tablette, die aus grobem Zinkpulver locker zusammengepreßt ist. An Stelle von Pulver kann man auch Zinkspäne oder Zinkwolle nehmen.

E. Enders [11] umgab die positive Elektrode mit einem für Ionen durchlässigen, für Elektronen isolierenden Separator. Den ganzen übrigen Raum der Zelle nahm eine wollige oder faserige Metallmasse als negative Elektrode ein; der Elektrolyt war in diese poröse Elektrode aufgesaugt. S. Ruben [13] ließ sich einen spiralförmigen Wickel aus Zinkblech schützen (Bild 8), in dessen Zwischenraum die Ionen durch elektrolyt-feuchtes Papier eindringen konnten. 1946 findet man bei R. P. Richardson und R. W. Lewis eine Konstruktion, bei der Zinkscheiben aufeinander-gestapelt werden (Bild 9) [12].

Vorteile der alkalischen Zellen

Die Vorteile des alkalischen Elektrolyten treten besonders dann hervor, wenn hohe Belastung, hoher Energie-

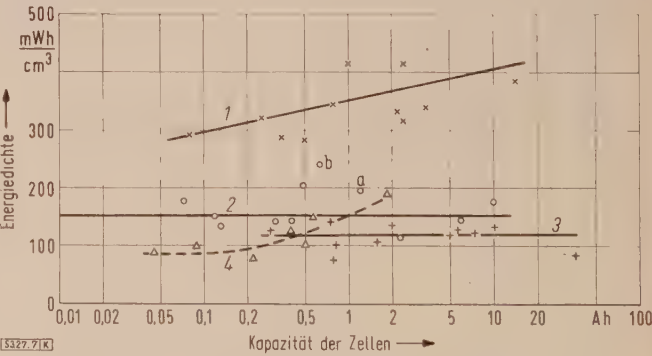


Bild 7. Volumenspezifischer Energieinhalt galvanischer Zellen in Abhängigkeit von ihrer Größe. Die Angaben beziehen sich auf 50- bis 100-stündige Entladungen; 4 bis 8 h/Tag bis 0,75 V.  
1 alkalische HgO-Zellen  
2 Leclanché-Zellen mit Papierfutter  
3 Leclanché-Zellen mit Elektrolytpaste  
4 Leclanché-Plattenzellen

Die Entladekurve der zu Punkt a gehörenden Zelle ist die Kurve 2 in Bild 3; Punkt b gehört zu der besonders hoch entwickelten Bleistiftzelle.

inhalt, konstante Spannung und konstanter Innenwiderstand während der Entladung gefordert werden:

Die Leitfähigkeit der Lauge ist höher als die von Salzlösungen. Zum Beispiel hat Kalilauge mit 25 % KOH bei 18 °C eine Leitfähigkeit von 540 mS/cm; ein Elektrolyt mit 20 % NH<sub>4</sub>Cl und 10 % ZnCl<sub>2</sub> hat bei 20 °C nur 350 mS/cm.

Die Diffusionsvorgänge können leichter ablaufen, weil die OH<sup>-</sup>-Ionen schneller diffundieren als NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-, Zn<sup>++</sup>- und Cl<sup>-</sup>-Ionen. Eine dem Salmiakverbrauch entsprechende Laugeverarmung tritt nicht auf.

Der p<sub>H</sub>-Wert und damit die Spannung ändern sich während der Entladung nicht.

Stoffe, die als positive Elektrode besonders wirksam sind, wie z. B. Quecksilberoxyd oder Silberoxyd, lassen sich nur in Kombination mit alkalischen Elektrolyten verwenden.

Diese Vorteile führten zur kommerziellen Herstellung alkalischer Primärbatterien, sobald sich der Strombedarf der immer kleiner gebauten Geräte mit normalen Trockenzellen nicht mehr decken ließ. Den ersten Anstoß dazu gab die militärische Nachrichtentechnik. Ungefähr um 1940 entwickelte S. Ruben [13] die alkalische Zink-Quecksilberoxyd-Zelle so weit, daß sie in großer Stückzahl hergestellt wer-

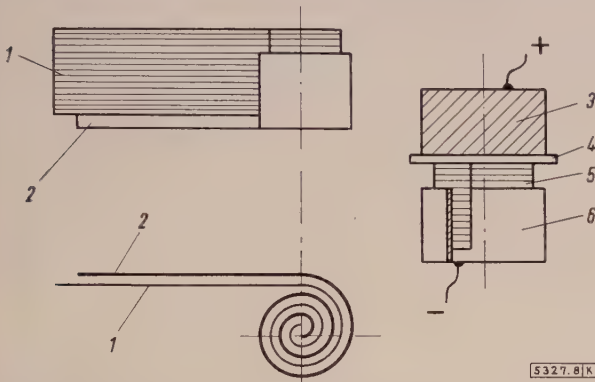


Bild 8. Zelle mit alkalischem Elektrolyt und Spiralwickel als negative Elektrode. Ein Papierstreifen 1 und ein Zinkstreifen 2 werden spiralförmig ineinandergewickelt. Dadurch entsteht ein Blechwickel 6, aus dem die überstehenden Papierenden 5 herausragen. Diese Elektrode wird mit Elektrolyt getränkt und mit der gepreßten positiven Elektrode 3 verbunden; 4 ist ein besonderer Separator. Das ganze ist in ein dichtes Gehäuse eingebaut.

den konnte. Nur wenig später fand S. Herbert [35] gleichfalls in Amerika eine technische Lösung für die alkalische Zink-Braunstein-Zelle. Die Bilder 10 und 11 zeigen Schnitte durch derartige Zellen.

Nach 1945 nahm die Herstellung tragbarer, elektronischer Kleingeräte einen sehr großen Aufschwung. Besondere Beachtung verdienen dabei die Hörgeräte, die schon früh auf Transistoren umgestellt wurden. Als Stromquellen entstanden dazu in schneller Folge immer kleinere Knopfzellen, wobei aber neben den gasdichten Akkumulatoren (Bild 12) sowohl alkalische als auch neutrale Primärzellen (Bild 13) verwendet wurden.

Bei den tragbaren Rundfunk-Geräten ist der Strombedarf schon etwas höher. Die Zellen sind hier durchweg etwas größer, und der Preisunterschied zwischen Braunstein und Quecksilberoxyd macht sich bereits stark bemerkbar. Hier herrscht die normale Trockenzelle vor.

### Neue Anwendungsgebiete

In der letzten Zeit kündigen sich nun zwei neue Anwendungsgebiete an, deren Anforderungen mit üblichen Trockenzellen nur schwer zu erfüllen sind. Einerseits handelt es sich um Batterien, die zum Speisen kleiner, von Motoren angetriebener Geräte bestimmt sind, andererseits um Batterien für tragbare Fernsehempfänger. Beide Gerätetypen verlangen von der Stromquelle eine konstante Speise-

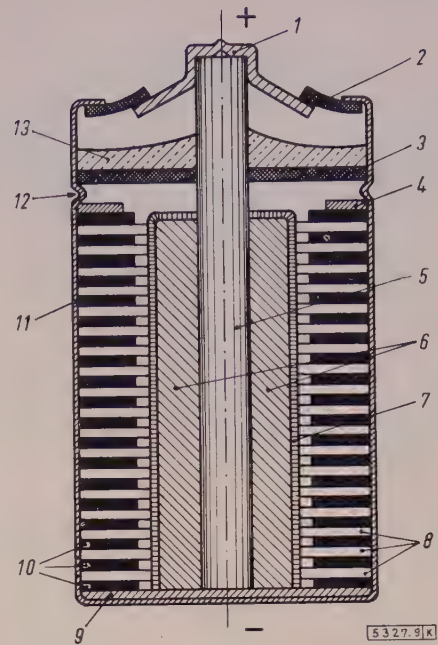


Bild 9. Alkalische Zelle nach R. P. Richardson u. R. W. Lewis [12]. In den Metallbecher 11 werden zunächst die Bodenscheibe 9 und dann abwechselnd Ringe aus Zinkblech 10 und laugefestem Papier 8 gepreßt. Die Zinkringe haben außen Zähne, stehen also mit dem Becher in elektrischem Kontakt. Oben wird ein Abschlüßring 4 aufgelegt und die Sicke 12 in den Becher gerollt.

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1 Kappe              | 6 Depolarisator      |
| 2, 3 Isolierscheiben | 7 saugfähiges Papier |
| 5 Kohlestift         | 13 Vergußmasse       |

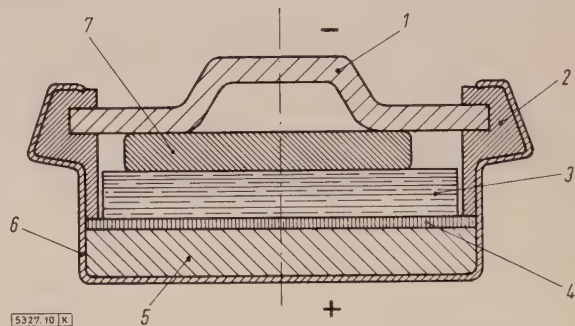


Bild 10. Schnitt durch eine alkalische HgO-Knopfzelle.

- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1 Stahldeckel                    | 5 Depolarisator (HqO)        |
| 2 Kunststoffdichtung             | 6 vernickelter Stahlbehälter |
| 3 mehrere Lagen Elektrolytpapier | 7 gepreßtes Zinkpulver       |
| 4 Separator                      |                              |

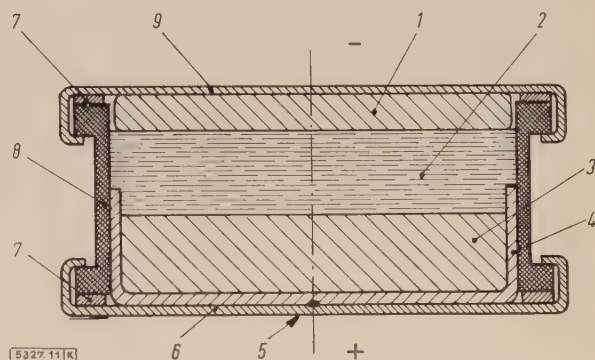


Bild 11. Schnitt durch die alkalische Braunsteinzelle nach W. S. Herbert [35]. Auf einen Kunststoffring 8 werden zwei Stahldeckel 6 und 9, ähnlich wie Kronenverschlüsse von Selterswasserflaschen, aufgefalzt. Der Depolarisator 3, z. B. Braunstein, ist in den inneren Stahlbecher 4 eingepreßt. Bei 5 sind die Stahlbecher verschweißt.

- |   |
|---|
| 1 gepreßtes Zinkpulver als negative Elektrode |
| 2 Elektrolyt, aufgesaugt in Papier            |
| 7 Dichtungen aus Neopren                      |

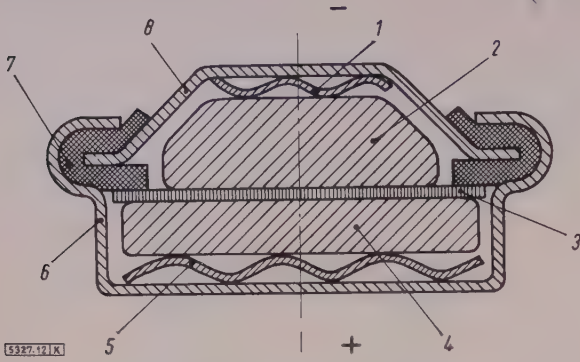


Bild 12. Schnitt durch einen gasdichten Akkumulator in Form einer Knopfzelle. Die Elektroden sind in Nickelgewebe gehüllt.

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1, 5 Stahlfedern           | 5 Stahlnapf          |
| 2 gepreßte Cd-Elektrode    | 6 Kunststoffdichtung |
| 3 Separator                | 7 Stahldeckel        |
| 4 gepreßte NiOOH-Elektrode |                      |

spannung und außerdem verhältnismäßig hohe elektrische Leistungen.

Diese Forderungen haben zur Entwicklung größerer alkalischer Zink-Braunsteinzellen geführt. So zeigt Bild 14 einen Prinzipschnitt durch die alkalische Monozelle der Firma Eveready. Es handelt sich um eine Rundzelle, bei der außen ein hart gepreßtes Rohr aus Braunstein als positive Elektrode dient, während die negative Elektrode von feinem Zinkflitter gebildet wird, der im Elektrolyten suspendiert ist. Die Zellen können höher belastet werden als die üblichen Trockenzellen, sind jedoch für die normale Verwendung zu teuer. Man wird sie nur bei besonders hohen Anforderungen benutzen.

#### Neue Systeme

Aus dem älteren Schrifttum gewinnt man den Eindruck, daß in den Jahren 1890 bis 1930 fast alle denkbaren Kombinationen von Elektrodenstoffen und Elektrolyt-Flüssigkeiten ausprobiert worden sind. Sicherlich waren die meisten dieser Systeme aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen uninteressant. Trotzdem überrascht es, daß alle diese Versuche neben den klassischen Zellen nur die Quecksilberoxyd-Zellen und den Silber-Zink-Akkumulator zum Erfolg gebracht haben.

Zweifelloos liegt das an den vielen Forderungen, die an eine neuartige Primärzelle gestellt werden:

Die auf das Volumen bezogene Kapazität muß wesentlich höher sein als bei den üblichen Leclanché-Zellen. Beide Elektroden müssen im Elektrolyten so weitgehend unlöslich sein, daß keine nennenswerte Selbstentladung abläuft.

Beide Elektroden müssen andererseits hohe spezifische Belastungen ohne Polarisation übernehmen können.

Die Zelle muß flüssigkeitsdicht verschlossen sein; weder bei Lagerung noch bei Entladung dürfen also nennenswerte Gasmengen entstehen.

Für die größeren Zellentypen, etwa von 10 cm<sup>3</sup> aufwärts, spielt der Preis der Rohstoffe eine wichtige Rolle.

Die Herstellung muß einfach sein. Komplizierte Sinterprozesse und langwieriges Formieren der Elektroden sind zwar für Akkumulatoren, nicht aber für Primärzellen wirtschaftlich tragbar.

Trotz dieser Bedenken sind in den letzten Jahren einige neue Systeme, zum Teil ganze Klassen von neuen Stoffen beschrieben worden. Wir wollen sie kurz besprechen, wobei aber keinerlei Prognosen über die technischen Aussichten gestellt werden können (Tafel 1).

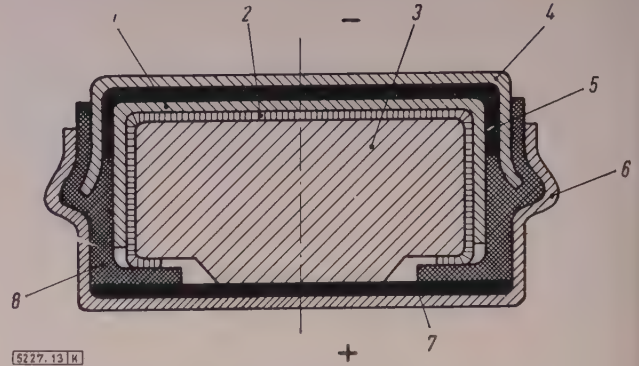


Bild 13. Schnitt durch eine Leclanché-Zelle. Die Zelle selbst wird aus dem Zinkbecher 1, dem Elektrolytpapier 2 und dem Depolarisator 3 gebildet. Sie sitzt in einem Stahlgehäuse, bestehend aus Deckel 4 und Napf 6. Der Korrosionsschutz wird von leitenden (5 und 7) sowie isolierenden Kunststoffen 8 übernommen.

Tafel 1. Spezifischer Strominhalt einiger Metalloxyde nach A. Walkley [14], wenn sie als positive Elektroden verwendet werden.

| Oxyd                           | Reduziert zu                   | Ah/Mol | Molekular-gewicht | Dichte g/cm <sup>3</sup> | Mol-volumen cm <sup>3</sup> /Mol | mAh/cm <sup>3</sup> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------|-------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Ag                             | 107,2  | 248               | 7,5                      | 33,2                             | 3240                |
| Ag <sub>2</sub> O              | Ag                             | 53,6   | 232               | 7,1                      | 32,6                             | 1650                |
| HgO                            | Hg                             | 53,6   | 217               | 11,2                     | 19,3                             | 2780                |
| PbO <sub>2</sub>               | PbSO <sub>4</sub>              | 53,6   | 239               | 9,6                      | 24,8                             | 2160                |
| γMnO <sub>2</sub>              | Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 26,8   | 87                | ≈ 4,0 <sup>3)</sup>      | 21,8                             | 1230 <sup>1)</sup>  |
| γMnO <sub>2</sub>              | Mn <sup>++</sup>               | 53,6   | 87                | ≈ 4,0                    | 21,8                             | 2460 <sup>2)</sup>  |
| NiOOH                          | Ni(OH) <sub>2</sub>            | 26,8   | 92                | ≈ 4,3                    | 21,4                             | 1250                |

1) in neutralen und alkalischen Lösungen

2) in sauren Lösungen

3) die pykonometrische Dichte von γMnO<sub>2</sub> kann von 2,8 bis 4,4 reichen.

#### Organische Stoffe als Depolarisator

Wenn Strom fließt, gehen von der Lösungselektrode aus positive Metall-Ionen in Lösung, während an der positiven Elektrode positive Ionen abgeschieden werden. In der Leclanché-Zelle laufen, je nach p<sub>H</sub>-Wert und Salzkonzentration, verschiedene Reaktionen ab. Verwendet man β-Braunstein (Pyrolusit), so läßt sich für p<sub>H</sub> > 5 die Reaktion schreiben:

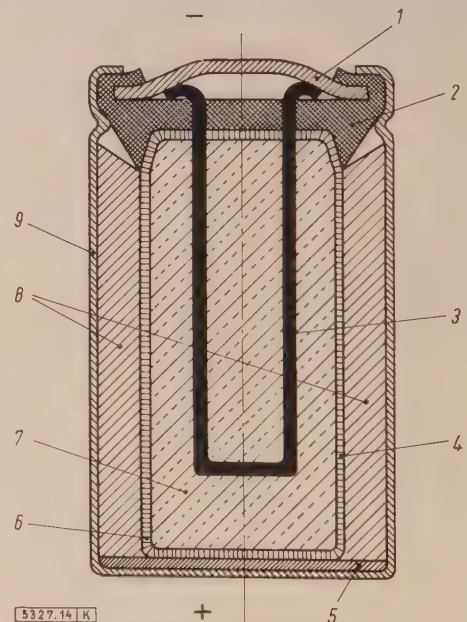
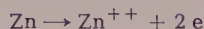


Bild 14. Schnitt durch die alkalische Braunsteinzelle Energizer von Eveready. In einem Stahlbecher 9 sitzt der als Rohr gepreßte Depolarisator 8. Als negative Elektrode dienen feinverteilte Zinkflitter, die in dem mit Zellulosederivaten verdickten, alkalischen Elektrolyten 7 suspendiert sind. 4 ist ein geschlossener Beutel aus Separatorpapier, 3 ein Messingdraht, der als negative Ableitung dient. Der Verschluß besteht aus der Kunststoffdichtung 2 und dem Stahldeckel 1; 5 ist eine isolierende Bodenscheibe. Die Zelle ist noch in einem weiteren dichten Gehäuse eingeschlossen.



An der positiven Elektrode würde Wasserstoff abgeschieden werden, wenn nicht ein kräftiges Oxydationsmittel, der Braunstein ( $\text{MnO}_2$ ), ihn oxydieren würde. In den meisten galvanischen Systemen findet man derartige Oxydatoren als positive Elektrode:  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{NiOOH}$ ,  $\text{HgO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{AgO}$ , Luftsauerstoff usw.

Bisher werden fast ausschließlich anorganische Stoffe verwendet, wahrscheinlich weil man organischen Substanzen die erforderliche Stabilität und die nötige hohe (Energie-) Dichte nicht zutraut. Zwar hat es früher schon einige theoretische Untersuchungen in dieser Richtung gegeben [15, 16], aber erst in letzter Zeit haben C. K. Morehouse und R. Glicksman [17 bis 21] systematisch viele organische Oxydationsmittel untersucht.

In den ersten Arbeiten der Forscher sind organische Halogenverbindungen, aromatische Nitrosoverbindungen und Nitroalkane untersucht worden. Der Vorteil dieser Verbindungen besteht darin, daß sie bei der Reduktion je Mol eine größere Anzahl elektrischer Äquivalente liefern als die anorganischen Depolarisatoren. Z. B. gibt Braunstein bei der Reduktion bis zur dreiwertigen Stufe nur 1 Faradaysches Äquivalent, d. h. 26,8 Ah/Mol ab; Quecksilberoxyd liefert bei der Reduktion bis zum metallischen Quecksilber nur zwei Äquivalente je Mol. Dagegen kann z. B. die organische Nitrosogruppe NO bis zur Aminogruppe  $\text{NH}_2$  reduziert werden, was einem Gewinn von vier elektrochemischen Äquivalenten entspricht. Man könnte sich sogar vorstellen, daß Nitrobenzol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ , nach Bild 15, stufenweise unter Gewinn von sechs Äquivalenten je Mol bis zum Aminobenzol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  (Anilin) reduziert wird.

Entsprechende Reaktionen sind auch denkbar von Verbindungen, die im Molekül mehrere Nitrogruppen enthalten, wie z. B. das Dinitrobenzol. Theoretisch ergeben sich dadurch verhältnismäßig hohe, auf das Molekulargewicht bezogene Kapazitäten.

Diese Zahlen vermindern sich aber in doppelter Hinsicht. Einerseits haben die organischen Verbindungen verhältnismäßig hohe Molekulargewichte — Dinitrobenzol 168 —, während zum Vergleich Braunstein  $\text{MnO}_2$  nur ein Molekulargewicht von 87 hat. Schon der auf ein Gramm Substanz bezogene Vergleich fällt also für die organischen Verbindungen weniger günstig aus als der auf 1 Mol bezogene.

Weiter sind in der überwiegenden Anzahl der Fälle für den Batteriebau die Abmessungen der Batterie bindend festgelegt, während im Gewicht meist ohne weiteres Zugeständnisse gemacht werden. Die auf das Volumen bezogene Kapazität errechnet sich aber aus der auf das Gramm bezogenen Kapazität durch Multiplikation mit der Dichte, die bei den organischen Stoffen verhältnismäßig niedrig ist. So beträgt die Dichte von Dinitrobenzol etwa

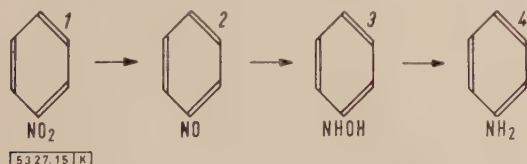


Bild 15. Das Nitrobenzol 1 wird stufenweise über Nitrosobenzol 2 und Phenylhydroxylamin 3 bis zum Anilin 4 reduziert. Dabei werden je Mol bei jedem Schritt zwei elektrochemische Äquivalente oder insgesamt 161 Ah frei.

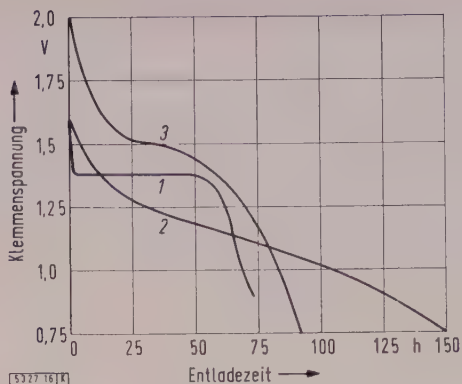


Bild 16. Entladekurven verschiedener Perlezzellen von 13,3 mm Dmr., 37,3 mm Länge. Dauerentladung über 150  $\Omega$ .

- 1 p-Nitroso-Dimethyl-Anilin in  $\text{MgBr}_2$ -Lösung gegen Magnesium
- 2 Papierfutter-Leclanché-Zelle,  $\text{MnO}_2$  in  $\text{MgCl}_2$ -Lösung gegen Zink
- 3 Braunstein  $\text{MnO}_2$  in  $\text{MgBr}_2$ -Lösung gegen Magnesium

1,6, während die Dichte von Braunstein zwischen 2,8 und 5, die Dichte von  $\text{Ag}_2\text{O}$  bei 7,1 und von Quecksilberoxyd sogar bei 11,1  $\text{g/cm}^3$  liegt (Tafel 2).

Die Messungen haben weiter ergeben, daß bestimmte organische Stoffe, z. B. das p-Nitrosodimethylanilin

Tafel 2. Spezifischer Strominhalt einiger organischer Verbindungen, wenn sie als positive Elektroden verwendet werden. (In Anlehnung an C. K. Morehouse und R. Glicksman [20]).

| Verbindung  | Reduktion erfolgt zu   | Ah/Mol | Molekulargewicht | Dichte $\text{g/cm}^3$ | Molvolumen $\text{cm}^3/\text{Mol}$ | mAh/ $\text{cm}^3$ |
|---|--|--------|------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| p Nitrosodimethylanilin<br>$\text{NO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2$ | $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2$ | 107,2  | 150              | 1,5*)                  | 100                                 | 1070               |
| p Nitrosophenol<br>$\text{NO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$                       | $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{OH}$               | 107,2  | 123              | 1,5*)                  | 89                                  | 1200               |
| Dinitrobenzol<br>$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$  | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$                                  | 322    | 168              | 1,6                    | 105                                 | 3060               |

\*) geschätzte Dichte.

$\text{NO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2$ , Entladekurven mit sehr konstanter Entladespannung haben. Aber gerade diese Verbindungen geben in gleich großen Zellen nur eine mäßige Kapazität ab, die nicht größer ist als die Kapazität üblicher Brauneinstellen. Ein weiterer Nachteil ist, daß diese Verbindungen ein verhältnismäßig niedriges Potential haben und deshalb nur in Verbindung mit Magnesium als negativer Elektrode brauchbare Zellenspannungen ergeben. Dadurch treten aber die bekannten Nachteile der Magnesiumzellen auf, also lange Anlaufzeiten von 10 bis 20 s, schlechte mechanische Bearbeitbarkeit, Empfindlichkeit gegen Oberflächenverletzungen und schwierige Kontaktgabe. Bild 16 zeigt die Entladekurve gleich großer Zellen mit einem organischen Depolarisator im Vergleich zu Brauneinstellen mit Zink und Magnesium als Lösungsmetall [20]. Auch Jodoxy- und Jodoso-Verbindungen, z. B. Jodoxybenzol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{JO}_2$  und o-Jodoso-Benzoesäure  $\text{JO} \cdot \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$  liefern günstige Zellcharakteristiken [37].

Zweifelloos ist durch die Arbeiten der genannten Forscher ein sehr interessantes und neues Gebiet erschlossen worden, das keineswegs unterschätzt werden sollte. R. Glicksman und C. K. Morehouse haben auf der Tagung der Electrochemical Society, Columbus, 19. bis 21. Oktober 1959, über die Untersuchungen heterozyklischer Nitroverbindungen berichtet, z. B. Nitropyridin, Nitrochinolin, Nitrofuran usw. Diese heterozyklischen Verbindungen sind zwar zur Zeit noch schwierig herzustellen, haben aber sehr hohe Kapazitäten, Dinitrofuran z. B. 122 A min/g, und arbeiten bei verhältnismäßig hohen Spannungen. Andererseits scheint ihnen der Nachteil anzuhaften, nur eine geringe Lagerfähigkeit zu haben.

(Schluß in Heft 20)

## AUS DER INDUSTRIE

Ein neuartiges Koaxial-Fernkabel der Siemens-Werke erlaubt die gleichzeitige Übertragung von 11 900 Telefongesprächen. Statt dieser Gespräche könnten auch 200 000 Fernschreiben oder 3900 Rundfunk- oder 13 Fernsehprogramme über das Kabel geschickt werden. os

Eine neuartige Wärmequelle für sehr hohe Temperaturen ist der Mikrowellen-Plasmabrenner. Ein mehratomiges Gas dissoziiert unter dem Einfluß eines starken Mikrowellenfeldes, das mit einem Dauerstrich-Magnetron erzeugt werden kann. Die dissoziierten und ionisierten Moleküle des Arbeitsgases rekombinieren z.B. an einem in die Plasmaströmung gehaltenen Gegenstand. Dabei wird die aus dem Mikrowellenfeld stammende Energie als Wärme wieder frei. Es entstehen Temperaturen von mehr als 3000 °C. os

Im Mikrowellen-Strahlungsfeld kann man Bahnen oder Folien aus Kunststoffen, Papier, Textilien usw. trocknen. Der Vorteil der Mikrowellentrocknung besteht darin, daß die Oberfläche der zu trocknenden Stoffe nur wenig erwärmt wird. Die Mikrowellenenergie wirkt nur dort, wo Feuchtigkeit im Gewebe oder in der Folie vorhanden ist. Die Frequenz beträgt etwa 2400 MHz. os

Zum Zertrümmern bestimmter Gesteinsarten werden in der Sowjetunion Mikrowellengeräte im Bergbau beim Streckenvortrieb angewendet. Auch in Europa und der übrigen Welt werden hierzu bereits Versuche angestellt. os

Die Vereinigte Arabische Republik erhielt zum Ausbau ihres Rundfunks 3 neue Sender von Telefunken. Es sind durchweg Kurzwellensender großer Reichweite. os

An Tunis lieferte Telefunken eine Rundfunk-Großstation, die in Djedeida bei Tunis errichtet wurde. Es handelt sich um einen 50-kW-Kurzwellen- und einen 100-kW-Mittelwellensender. os

Columbien erhielt von einer deutschen Firma 7 Sender für Mittel- und Kurzwellen. Je ein 100-kW-Mittelwellensender steht nahe der Hauptstadt Bogotá und dem Hafen Baranquilla. Bei den anderen 5 Sendern handelt es sich um 3 Kurzwellensender von 50 und 20 kW und 2 Mittelwellensender gleicher Leistung. os

Eine lateinamerikanische Freihandelszone haben die 7 Staaten Mexiko, Argentinien, Brasilien, Chile, Paraguay, Uruguay und Peru mit insgesamt 144 Mio. Einwohnern gebildet. Sie werden die gegenseitigen Zölle in den nächsten 12 Jahren um 8 % je Jahr senken und die Errichtung neuer Industrien untereinander abstimmen. e

53 Millionen Fernsehempfänger waren Ende 1959 in den USA in Betrieb; 90 % aller elektrifizierten Haushalte hatten also ein Fernsehgerät. 10 Jahre vorher gab es in den USA erst 10,6 Mio. Fernsehgeräte. Allein im Jahre 1959 wurden dort 6 Mio. Fernsehempfänger verkauft. e

138 Millionen Rundfunkempfänger einschließlich Autoradios sind in den USA angemeldet, das sind 39 Mio. mehr als vor 10 Jahren. e

189 Millionen Schallplatten wurden 1959 in den USA bei einem Kleinhandelsumsatz von 484 Mio. \$ verkauft. 10 % von ihnen waren stereophonische Platten. Der Markt für gewöhnliche Schallplatten wird auch in den USA günstig beurteilt, weil 28 Mio. gewöhnlichen Plattenspielern nur 4 Mio. Stereo-Plattenspieler gegenüberstehen. e

Über die Entwicklung einer „Schattengitter“-Röhre, bei der die Stromaufnahme des Schirmgitters besonders klein gehalten werden konnte, berichtet die General Electric. Dem Schirmgitter der Röhre ist ein sogenanntes Schattengitter vorgeordnet, das auf Kathodenpotential liegt. Der Elektronenstrom wird um die Gitterdrähte des Schirmgitters herumgelenkt („Schatten“-Wirkung). Mit dieser Anordnung ist bereits ein Verhältnis von 60 : 1 zwischen Anodenstrom und Schirmgitterstrom erreicht worden. Die Verlustleistung des Schirmgitters beträgt dabei 150 mW. r

Als Thermoelement bis 2750 °C in Vakuum, reduzierender Atmosphäre, Stickstoff oder Argon ist die Paarung Wolfram-Rhenium geeignet. Es gibt linear mit steigender Temperatur eine Thermospannung von fast 40 mV bei 2750 °C ab. e

Mit elektrisch leitenden Druckfarben hofft man, für viele Fälle brauchbare gedruckte Schaltungen wesentlich billiger herstellen zu können. e

Titan als Membranwerkstoff für Mikrophone, Telephone usw. hat bei sonst hervorragenden Eigenschaften den Nachteil, daß es bei dauernder Belastung kriecht. Das Kriechen kann man unterbinden, wenn man die Membranen nach dem Formen 6 bis 10 h bei 205 °C altert. e

An der Entwicklung von Mehrfach-Röhren arbeiten gegenwärtig die Tung-Sol Electric Inc. und weitere amerikanische Firmen. Die Röhren enthalten innerhalb eines Kolbens eine ganze Reihe von Systemen, wobei die Kombination der Systeme den Erfordernissen der modernen Empfängertechnik entspricht. So wurden kürzlich auf einer Ausstellung u. a. eine Röhre mit zwei Duodioden, eine Doppel-Pentode, eine Pentode-Triode in Zwillingausführung und eine Röhre mit zwei Dioden, zwei Trioden- und zwei Pentodensystemen in einem gemeinsamen Glaskolben gezeigt. t

Leistungsmesser bis zu einer Frequenz von 300 000 MHz sind von der Microwave Engineering Labs. Inc./USA entwickelt worden. Sie messen noch Leistungen von 0,2 W mit einer Unsicherheit von  $\pm 1\%$ . rg

Ein neues Radio-Ortungssystem (Mistram) hat die General Electric entwickelt. Mit ihm können Großkörper im Weltenraum 10- bis 1000-mal genauer als mit dem bisherigen Minitrack-Ortungssystem und artverwandten Richtsystemen geortet werden. Klg

Ein Spektrometer zum Erforschen von Neutronen wurde an der Stanford Universität Pasadena, Calif. (USA), entwickelt. Das Gerät wiegt zusammen mit seinem Magneten mehr als 200 t. Mit ihm will man bis in den Atomkern „hineinsehen“. Klg

Für die Anwendung in gedruckten Schaltungen wurden von der Electronic Division of Control Co., Temple, USA, Silizium- und Zener-Dioden sowie artverwandte Gleichrichter in Miniaturausführung entwickelt. Klg

Ein Molekularverstärker für 1000 MHz und 1 W Ausgangsleistung ist von der Pacific Semiconductors Inc. (USA) gebaut worden. Gegenüber bisher bekannten Festkörpermasern hat dieser neue Festkörper-Molekularverstärker eine rund 100-mal größere Ausgangsleistung. Klg

Als Schmiermittel bis 680 °C Umgebungstemperatur hat sich Bleioxyd (PbO) mit 5 % SiO<sub>2</sub> und etwa 5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auf Stahl bewährt. Es wirkt am günstigsten bei hohen Temperaturen über 320 °C und hohen Gleitgeschwindigkeiten. Bei 12 bis 50 m/s Gleitgeschwindigkeit ist der Reibungskoeffizient konstant 0,05 bis 0,08. e

Eine Nioblegierung mit 10 % Titan und 10 % Molybdän ist 5-mal so widerstandsfähig gegen Oxydation wie reines Niob. Sie hat eine Zugfestigkeit von 70 kg/mm<sup>2</sup> bei Raumtemperatur und 24 kg/mm<sup>2</sup> bei 1100 °C in Luft. Sie ist lieferbar in Barren, als Blech von 0,5 bis 2,5 mm Dicke und 60 cm Breite sowie als Folie. e

Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung metallischer Überzüge ist mit Elektronenstrahlen schnell und genau möglich. Die Probe wird mit einem Elektronenstrahl beschossen, dessen Energie (Beschleunigungsspannung) stetig gesteigert wird. Die Höhe der Beschleunigungsspannung, bei der die charakteristischen Röntgenlinien des Grundmetalls gerade auftreten, ist ein Maß für die durchdrungene Schichtdicke. Das Verfahren läßt sich bei dünnsten Schichten und solchen bis zu einigen Zentimeter Dicke auf sehr kleinem Flächenbereich anwenden. e

Als durchsichtiger Halbleiter dient Galliumphosphid zum wissenschaftlichen Erforschen des Verhaltens von Halbleitern der Gruppen III bis V des periodischen Systems. Galliumphosphid-Einkristalle von 18 mm × 6 mm × 6 mm Größe lassen sich im Zonenschmelzverfahren herstellen. e

Eine sehr leichte Fernsehkamera von 4 kg Gewicht in einem gegen elektrische Störungen und mechanische und akustische Schwingungen abschirmenden Gehäuse kam in den USA auf den Markt. Die Kamera ist mit Transistoren bestückt und hat eine Leistungsaufnahme von 18 W. e

Den leistungsfähigsten Linearbeschleuniger der Welt wird das National Bureau of Standards in seinem Laboratorium in Gaithersburg, Md., aufstellen. In ihm werden Elektronenstrahlen von 10 bis 100 MeV mit einer Leistung von 40 kW erzeugt. e

# RUNDSCHAU

DK 621.317.7.087.4.015.34

**Der Teinograph, ein neuartiges Registriergerät für rasch verlaufende Hochspannungsvorgänge.** (The Teinograph. A new high-voltage surge recorder.) Nach Anderson, J. G., u. Giacconi, R. U.: Electr. Engng. Bd. 79 (1960) H. 3, S. 184-189; 11 B., 4 Qu.

Die bei Blitzschlag oder Überlastabschaltung in Hochspannungsnetzen auftretenden, meist sprunghaft ablaufenden Vorgänge sind örtlich und zeitlich bisher nicht befriedigend erfassbar. Da über den Zeitpunkt ihres Eintretens im allgemeinen keine zuverlässigen Voraussagen möglich sind, kommen Klydonographen und Oszillographen wegen des untragbar hohen Aufwandes an Film oder Registrierpapier nur in Ausnahmefällen in Betracht; das Stahlstäbchen-Verfahren liefert andererseits lediglich Angaben über den Spitzenwert der Strom- oder Spannungswelle. Eine weitere Schwierigkeit besteht bei den erstgenannten Geräten darin, daß ein Niederspannungsnetz zur Stromversorgung vorhanden sein muß. Von allen erwähnten Nachteilen frei ist ein als „Teinograph“ bezeichnetes Gerät, das auch über längere Zeiträume ohne Wartung und Aufsicht auskommt.

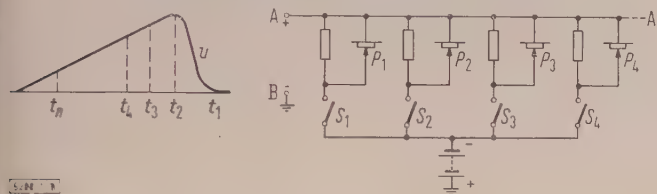


Bild 1. Grundgedanken des Teinograph.

P<sub>1</sub> bis P<sub>4</sub> Punkt — Platte — Entladungsstrecken  
S<sub>1</sub> bis S<sub>4</sub> Schalter

Wie Bild 1 zeigt, läßt sich der zeitliche Verlauf einer Hochspannungswelle im Meßpunkt AA' dadurch registrieren, daß man in kurz aufeinander folgenden Zeitpunkten die Schalter S<sub>1</sub> bis S<sub>4</sub> schließt und so an den Punkt — Platte — Entladungsstrecken P<sub>1</sub> bis P<sub>4</sub> Lichtenbergfiguren in dem dazwischengeschalteten Dielektrikumplättchen aufzeichnet. Aus dem der anliegenden Gesamtspannung, die sich aus dem Augenblickswert der zu messenden Spannung und der konstanten Vorspannung zusammensetzt, proportionalen Durchmesser der Entladungsfigur kann die Gesamtspannung ermittelt werden. Die erzielbare zeitliche Auflösung wächst mit der Anzahl der verwendeten Schalter und „Lichtenberg“-Zellen sowie mit der Verringerung der zeitlichen Abstände zwischen den Betätigungen der Schalter, ist also technisch begrenzt.

Um Vorgänge mit einer Dauer in der Größenordnung von Mikrosekunden messen zu können, ist der folgende Weg zu beschreiten: man läßt den zu messenden Spannungsvorgang auf die Parallelschaltung eines Verzögerungsgliedes mit etwa 1  $\mu$ s Laufzeit und einen triggerbaren Impulsgenerator einwirken; an dessen Ausgang wird dadurch ein Hochspannungsimpuls sehr kurzer Dauer (Bruchteile einer Mikrosekunde) ausgelöst, dessen Polarität zu der des zu messenden Spannungsstoßes entgegengesetzt ist (Bild 2). Wählt man die Laufzeit der Verzögerungskette für den Triggerimpuls und den Abschlußwiderstand R<sub>0</sub> richtig, so tritt an den Lichtenberg-Zellen P<sub>1</sub> bis P<sub>4</sub> der Hochspannungs-Triggerimpuls jeweils genau gleichzeitig mit dem zu mes-

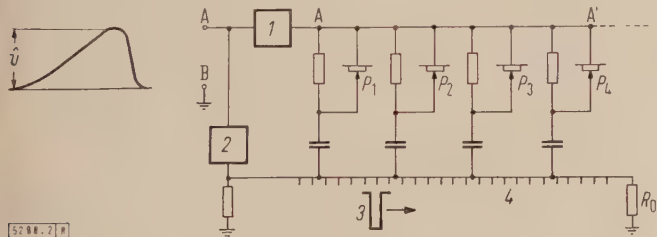


Bild 2. Grundschaltung des Teinograph.

- 1 Verzögerungsglied
- 2 Impulsgenerator
- 3 künstlich erzeugter Hochspannungs-Impuls
- 4 angezapfte Verzögerungsleitung

senden Spannungsstoß ein und erzeugt so in zeitlicher Reihenfolge die auswertbaren Lichtenberg-Figuren in P<sub>1</sub> bis P<sub>4</sub>.

Wichtig für das einwandfreie Arbeiten eines derartigen „elektronischen Schalters“ ist, daß die zu messende Spannungsspitze allein nicht zum Erzeugen einer Lichtenberg-Figur ausreicht. Die Herstellungskosten für „Teinographen“, die sich in einer Abwandlung auch zum Aufzeichnen der örtlichen Spannungsverteilung über einem Leitungsstück eignen, liegen bei etwa 10 bis 50 % des für einen gleichwertigen Oszillographen aufzuwendenden Betrages. Die bisher bei Blitzuntersuchungen und an 345-kV-Hochspannungsleitungen gewonnenen Erfahrungen zeigen, daß das neue Meßprinzip gerade auch für die Praxis zukunftsreich ist. Fs

DK 621.317.7.087.61

**Linienstreiber in der Betriebstechnik.** Nach Jentsch, G., u. Schubert, F.: Z. Instrum.-Kde. Bd. 68 (1960) S. 45-54; 19 B., 3 Taf., 5 Qu.

Die physikalischen Eigenschaften und Bauformen von Linienstreibern für die Betriebsmeßtechnik werden beschrieben. Im Gegensatz zu der bei Anzeige-Instrumenten geforderten Anzeige-Genauigkeit muß ein schreibendes Meßgerät den zeitlichen Verlauf der Meßgröße möglichst ohne Aufzeichnungsfehler im Diagramm wiedergeben; entscheidend ist hierbei demnach die Schreib-Genauigkeit. Die Ables-Genauigkeit ist bei schreibenden Betriebsmeßgeräten meist wesentlich größer als die Anzeige-Genauigkeit. Der Frequenzgang und die Dämpfung der Meßwerke müssen dem Meßvorgang angepaßt werden.

Der zur Abschätzung des Aufzeichnungsfehlers als Dämpfungsgrad bezeichnete Parameter der Differentialgleichung schwingender Systeme läßt sich experimentell ermitteln. Die Höhe der ersten Überschwingung, die das Schreiborgan ausführt, ist als Maß für den Dämpfungsgrad in einem Schaubild dargestellt. Eine weitere charakteristische Größe für die Meßeigenschaft eines Meßgerätes ist die Eigenfrequenz des ungedämpften schwingenden Systems. Das Verhältnis der Meßgrößenfrequenz zur Eigenfrequenz ist in einem Bild als Frequenzgang des Amplitudenverhältnisses bei der Wiedergabe sinusförmiger Meßgrößen in einer Kurvenschar mit dem Dämpfungsgrad als Parameter dargestellt. Die Verzögerungszeit, mit der eine sinusförmige Meßgröße vom Schreiborgan aufgezeichnet wird, ist aus einer in einem weiteren Bild dargestellten Kurvenschar zu ermitteln.

Das gewünschte Auflösungsvermögen wird durch die richtige Wahl von Papiervorschub und Antriebsart erreicht.

Die bei Galvanometern definierte Empfindlichkeit ist bei Linienstreibern nicht gebräuchlich. Hier interessieren vielmehr der Meßbereich des Meßwerkes bei bekannter Skalenlänge, der Eigenverbrauch der Meßschaltung, die Beruhigungszeit und die Skalen-Charakteristik. Diese Eigenschaften üblicher Meßwerke und die Einflüsse der Registriermittel auf die kennzeichnenden Merkmale der Linienstreiber sind in Tafeln zusammengestellt.

Bei dem Schreibverfahren wird, neben der Tintenschrift, die elektrische Aufzeichnung auf Metallpapier beschrieben. Als Schreiborgan dient an Stelle der Tintenfeder eine Elektrode aus Platin-Iridium oder Wolfram. Der zwischen Elektrode und Metallschicht bestehende Potential-Unterschied bewirkt einen kleinen Lichtbogen, der das auf das Papier aufgedampfte Metall unter der Elektrodenspitze wegbrennt. Die Nachteile beider Verfahren werden erwähnt.

Durch Ausbildung der Lenkerarme aus Profilen mit hohem Widerstandsmoment und senkrechte Anordnung der Meßwerk- und Lenkerachsen wird erreicht, daß trotz kräftiger und stabiler Bauweise die Trägheits- und Reibungsmomente klein bleiben. Die vom Meßwerk erzeugte Drehbewegung wird in eine geradlinige Bewegung des Schreiborgans auf dem Papier umgeformt. Die Eigenschaften, welche die Güte einer Geradföhrung bestimmen, werden besprochen und die gebräuchlichsten Ausführungsformen von Lenkeranordnungen in Linienstreibern gezeigt.

Die kennzeichnenden Eigenschaften eines Antriebswerkes — Ganggenauigkeit, Laufzeit und abzugebendes Drehmoment — werden für Uhrwerk- und Motorantriebe be-

schrieben. Bei besonders hohen Anforderungen an die Ganggenauigkeit wird ein Schrittmotor als Antriebswerk verwendet. Abschließend werden verschiedene Bauformen, wie Aufbauschreiber, Einbauschreiber und tragbare Schreiber, entsprechend ihrem Verwendungszweck, gezeigt und beschrieben.

Hlk

DK 621.355.8

**Die alkalischen Akkumulatoren und ihre neuesten Vervollkommnungen.** (Les accumulateurs alcalins et leurs récents perfectionnements.) Nach Bourgaran, M. M.: Bull. Soc. Franc. Electr. Bd. 8 (1960) H. 1, S. 31–39; 13 B.

Nach kurzer theoretischer Einleitung beschreibt der Verfasser die Entwicklung der Fe-Ni- und Cd-Ni-Akkumulatoren besonders im Hinblick auf die Möglichkeit der Entladung mit hohen Stromstößen, der lange Zeit der im Vergleich zu Bleiakkumulatoren große innere Widerstand der Stahlzellen entgegenstand. Durch Weiterentwicklung der deutschen Erfindung der Sinterplatten gelang es, den Widerstand sehr stark zu vermindern. In Tafel 1 ist der innere Widerstand verschiedener Akkumulatoren-Bauarten zusammengestellt.

Tafel 1. Widerstand verschiedener alkalischer Akkumulatorenzellen.

| Bauart                 | innerer Widerstand je Zelle von 100 Ah<br>mΩ |
|------------------------|--|
| Edison-Röhrchenplatten | etwa 3,5                                     |
| Jungner-Taschenplatten | " 2,8  |
| neuere Taschenplatten  | " 1,4–1,6                                    |
| Sinterplatten 2,5 mm   | " 0,8  |
| Sinterplatten 0,5–1 mm | " 0,3  |

Mit den dünnen Sinterplatten konnten Starterbatterien gebaut werden, die erstmalig die leichtesten Bleistarterbatterien bezüglich Leistung je Gewichtseinheit übertreffen. So vermag das Düsenflugzeug Caravelle auch bei einer Außentemperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  mit seiner Bordbatterie zu starten (Leistung 22 kW). Sie besteht aus 100 Zellen von nur 16 Ah Nennkapazität (5-stündig) und wiegt 82 kg. Eine Bleibatterie gleicher Startleistung würde mindestens das Doppelte wiegen. Für die Ladung aus dem Bordnetz (28 bis 29 V) werden die 100 Zellen in 5 Gruppen parallel geschaltet. Auch für den Start eines Dieselmotors kommt man bei Verwendung der dünnen Sinterplatten mit etwa der halben Nennkapazität einer Bleibatterie aus. Nicht erwähnt wird, daß das Preisverhältnis allerdings etwa 10 : 1 ist.

Mit der Lebensdauer der beschriebenen Sinterplatten-Batterie „Voltabloc“ sah es bisher trübe aus<sup>1)</sup>. Anscheinend ist auch in dieser Beziehung ein erheblicher Fortschritt erzielt worden, wenn auch die von Bourgaran genannten 3000 Flugstunden, die eine Bordbatterie der „Superconstellation“ bisher ohne Schaden überstanden hat, nicht gerade viel besagen.

Diese Starterbatterien sind „halb-gasdicht“. Die bekannten kleinen gasdichten Zellen werden ebenfalls beschrieben. Die Ladung dieser Batterien ist wegen ihrer Temperatur-Empfindlichkeit ein heikles Problem. Der Verfasser beschreibt eine von „Voltabloc“ entwickelte Kombination von Batterie und Gleichrichter, dessen Spannung durch Temperatur-Fühler geregelt wird. Das Aggregat arbeitet ohne Bedienung und wird z. B. für Signal- und Telephon-Anlagen verwendet.

Kig

DK 621.311.47.027.6 : 621.316.5

**Trennerlose Hochspannungsschaltfelder mit Phasentrennung.** Nach Heilmann, W.: Elektrizitätswirtsch. Bd. 59 (1960) H. 8, S. 219–222; 8 B.

Bei trennerlosen Schaltwagenanlagen verwendet man heute an Stelle der Trenner Trennkontaktstücke, welche die leitende Verbindung zwischen den Sammelschienen oder Kabelabgängen und dem ausfahrbaren Leistungsschalter herstellen. Eine zwangsläufige mechanische Verriegelung zwischen der feststehenden Schaltzelle und dem Schaltwagen verhindert das Ein- und Ausfahren des Schaltwagens bei eingeschaltetem Leistungsschalter. Durch den Fortfall der Trenner mit ihren Antrieben werden die Schaltanlagen erheblich vereinfacht. Die Zellen haben grundsätzlich ein Einfach-Sammelschienensystem. Je zwei Zellen können jedoch

so zusammengeschaltet werden, daß ein Feld einer Doppel-Sammelschienenanlage nach dem Zweileistungsschalterprinzip entsteht. Jedes Schaltfeld besteht aus einem feststehenden und einem ausfahrbaren Teil. Durch Aufteilen in einzelne Räume ist eine gegenseitige Schottung des Sammelschienen-, Kabelanschluß- und Schalterraumes geschaffen. Die Schottung und Druckentlastung einer gekapselten Schaltzelle ist schematisch dargestellt. Die mit einem Isoliermantel umgebenen Sammelschienen kann man zwar näher zusammenrücken, eine Phasentrennung auch bei kleinsten Abmessungen wurde aber erst durch Schaffen neuartiger Abzweigbausteine erreicht.

Der Verfasser beschreibt das trennerlose Schaltfeld mit seiner neuartigen Phasentrennung in einzelnen Bauteilen. Durch die vollständig isolierende Verkleidung der unter Spannung stehenden ortsfesten Teile in der Schaltzelle entfallen alle Ansatzpunkte für Störlichtbögen im Sammelschienen- und Kabelanschlußraum. Als Sammelschienenabgänge sind einpolige isolierte Abzweige vorgesehen. Die gießharzumantelten einteiligen Abzweigstücke vermeiden unnötige, Spannungsabfall verursachende Stromübergangsstellen.

Der Aufbau dieser Abzweigbausteine sowie die Anordnung der Sammelschienen und der Abzweige im geöffneten Sammelschienenraum sind in Bildern dargestellt. Weiterhin wird ein ausfahrbarer Schaltwagen mit Leistungs-Ölströmungsschalter, Meßwandlern, Relais, Steuerleitungssicherungen und sonstigen Überwachungseinrichtungen gezeigt und beschrieben. Dabei wird besonders auf die zum Kuppeln der Steuer-, Meß- und sonstigen Hilfsleitungen dienende Steckvorrichtung für die Niederspannungsverbindungen zwischen Schaltwagen und festem Anlagenteil hingewiesen. Abschließend bringt der Verfasser noch Beispiele für die Zusammenstellung gekapselter Hochspannungsanlagen.

Hlk

DK 621.316.5 : 669.22

**Untersuchungen an Silberkadmium und Silberkadmiumoxyd.** Nach Dremel, W.: Elektrie Bd. 14 (1960) H. 3, S. 98–101; 6 B., 2 Taf., 4 Qu.

Die Versuche des Verfassers wurden im Hinblick auf das Abbrandverhalten und den Übergangswiderstand von Unterbrecherkontakten mit Belägen aus Silber-Kadmium (mit 3 bis 15 % Cd) und Silber-Kadmiumoxyd (mit 3 bis 15 % CdO) im Vergleich zu Feinsilber durchgeführt. Die gewählten Schaltbedingungen für Gleichstrom mit 2 A, 200 V in einem induktionsarmen Kreis und für Wechselstrom mit 10 A, 200 V bei 50 Hz in einem Kreis mit 1,43 mH stellen dabei allerdings einen willkürlichen Schnitt durch den Bereich praktisch üblicher Gerätedaten dar und schränken daher die Allgemeingültigkeit der gewonnenen Aussagen ein.

Nach  $5 \times 10^5$  Schaltungen ergab sich bei einer Schalthäufigkeit von 120/min für den Sinterwerkstoff Silber-Kadmiumoxyd mit 6 und 9 % CdO bei Gleichstrombetrieb ein Abbrand von nur einem Drittel von dem des Feinsilbers. Die echte Ag-Cd-Legierung verhielt sich ungünstiger als Feinsilber. Bei den Schaltungen mit Wechselstrom war hingegen die echte Legierung dem Sinterwerkstoff überlegen.

Hinsichtlich des Kontaktwiderstandes sind nur die Versuche mit Gleichstrom näher besprochen. Dabei ergab sich für alle Werkstoffe bis  $10^2$  Schaltungen zunächst ein steiler Anstieg des Widerstandes. Dieser sinkt bei den Sinterwerkstoffen dann wieder und erreicht nach  $10^4$  Schaltungen einen konstanten Wert. Die echten Legierungen durchlaufen ein zu höheren Schaltzahlen verschobenes, um noch eine Zehnerpotenz größeres Maximum des Widerstandes und sinken nach  $3 \times 10^5$  Schaltungen auf den gleichen Endwert des Widerstandes ab wie die Sinterwerkstoffe. Feinsilber zeigt eigenartigerweise ein mittleres Verhalten, wofür keine genaue Erklärung gegeben werden kann. Über die Herstellung der verwendeten Sinterwerkstoffe fehlen ebenfalls genaue Angaben, obwohl das Verfahren der inneren Oxydation beiläufig erwähnt wird.

Wenn der Verfasser zum Schluß die Folgerung zieht, daß die Verwendung der untersuchten Werkstoffe lohnend erscheint, so kann diese Aussage dahin ergänzt werden, daß Silber-Kadmiumoxyd bereits einen festen und recht bedeutenden Platz unter den gebräuchlichen Kontaktbelägen einnimmt. Bei der Beurteilung für die Verwendung steht dabei allerdings der Gewinn an Schweißfestigkeit gegenüber dem reinen Abbrandverhalten im Vordergrund.

AK

<sup>1)</sup> M. Pöhler: Energiespeicherung im Flugzug. Luftfahrttechn. B1.3 (1957) S. 159–167.

DK 621.315.592.2/3

**3-Element Halbleiter-Werkstoffe. (Three-element semiconductor materials.)** Nach Wernick, J. H., u. Wolie, R.: Electronics Bd. 33 (1960) H. 7, S. 103–108; 4 B., 1 Taf., 8 Qu.

Für Halbleiter-Bauelemente im weitesten Sinne sind nicht nur die Elemente Germanium und Silizium wichtig. Die Verfasser beschreiben, welche vielfältigen Möglichkeiten halbleitende binäre oder auch ternäre Verbindungen aufzeigen. Systematische Studien lassen Voraussagen darüber zu, welche Verbindungen bestimmte erwünschte Eigenschaften haben müßten. GeAs, ZnGeAs<sub>2</sub> und CuGaGe<sub>2</sub>As<sub>4</sub> sind z. B. Stufen auf dem Weg zu Mehrkomponenten-Halbleitern, mit denen die Forschung sich heute ausgiebig beschäftigt. Man versucht systematisch, die spezifischen Eigenschaften eines Elementes oder einer Verbindung mit den besonders vorteilhaften physikalischen Konstanten eines anderen zu verbinden und so Werkstoffe für bestimmte technische Zwecke zu züchten. Hierbei sind die Messungen der Thermokraft, des Gleichrichter-Effektes, der Leitfähigkeit, der Hallkonstante, der Wärmeleitfähigkeit und der optischen Konstanten neben der metallographischen Untersuchung wichtige Hilfsmittel.

Am Beispiel des Silberantimonellurids wird gezeigt, wie sich die Züchtung einer solchen Verbindung abspielt. Es entstand ein neues Material, das vor allem für die elektrische Kälteerzeugung interessant sein dürfte. Hierbei wurde eine eigenartige Anomalie des Halleffektes gefunden, die mit der üblichen Theorie nicht erklärbar ist. teg

DK 621.315.592.2

**Molekular-Bausteine für die Elektronik. (Molecular electronics.)** Nach Electronic Ind. Bd. 19 (1960) H. 3, S. 100–103 u. 270–271; 9 B.

Neben den konventionellen Aufbau elektronischer Schaltungen aus konzentrierten Elementen wie Widerstände, Kondensatoren, Röhren usw., die zur fertigen Schaltung zusammengelötet werden müssen, wird künftig in immer stärkerem Maße ein neue Technik treten: der Aufbau ganzer Bausteine und Geräte aus einem einzigen Stück entsprechend behandelten Halbleiter-Werkstoffs. Die Weiterentwicklung der Halbleitertechnik hat es inzwischen ermöglicht, solche Bausteine im Laboratorium herzustellen. Die Bausteine werden, wenn sie in einigen Jahren bis zur Fertigungsreife entwickelt sind, sich durch kleinste Abmessungen, geringen Leistungsbedarf, hohe Zuverlässigkeit und niedrige Herstellungskosten auszeichnen und werden voraussichtlich die gesamte Nachrichtentechnik, besonders aber den Rechenmaschinenbau, revolutionierend beeinflussen.

Der vorliegende Aufsatz berichtet von der Vorführung solcher Geräte wie Kippstufen, Verstärker, Analog-Digital-Umsetzer usw. durch die Firma Westinghouse zusammen mit der amerikanischen Luftwaffe. Bilder zeigen die im Vergleich mit konventionellen Geräten winzigen Abmessungen dieser Halbleiter-Bausteine. Der Aufsatz nennt ferner einige bei der Herstellung angewendete Verfahren wie Ziehen geeigneter Kristalle aus der Schmelze, Legieren, Dotieren, Ätzen und vermittelt somit einen groben Überblick über den Stand der Technik, ohne jedoch nähere Einzelheiten mitzuteilen. Pg

DK 621.375.9

**Experimente auf dem Gebiet der parametrischen Verstärkung.** Nach Bollée, B., u. Vries de, G.: Philips techn. Rdsch. Bd. 21 (1959/60) H. 6, S. 164–169; 9 B., 6 Qu.

Das starke Interesse, welches man heute den parametrischen Verstärkern widmet, beruht auf der Möglichkeit einer rauscharmen Verstärkung schwacher Signale. Bei Elektronenröhren und Transistoren kann das Eigenrauschen einen bestimmten Pegel nicht unterschreiten, der durch die Statistik der emittierten Elektronen beziehungsweise der Diffusion und Rekombination der Ladungsträger gegeben ist.

Im parametrischen Verstärker wird ein Schwingkreis mit der Eigenfrequenz  $f$  durch periodisches, phasenrichtiges Verändern („Pumpfrequenz“  $2f$ ) der Kapazität oder der Induktivität entdämpft. Die dabei dem Schwingkreis zugeführte Energie kann zum Verstärken eines Signals benutzt werden. Eine mechanische Kapazitätsvariation würde die Verwendbarkeit des Verstärkers auf sehr niedrige Frequenzen beschränken; derartige „autoparametrische“ Verstärker sind zwar theoretisch sehr übersichtlich, aber praktisch kaum interessant. Man benutzt heute z. B. die span-

nungsabhängige Kapazität von Germanium-Dioden, die sich mit hoher Frequenz verändern läßt (heteroparametrisches System). Diese viel wichtigeren Systeme sind einer mathematischen Erfassung und Erforschung sehr schwer zugänglich, weil die Diodenkapazität vom Schwingkreis her beeinflusst wird.

Die Verfasser haben daher für die theoretische Behandlung der Grundvorgänge in parametrischen Verstärkern eine Versuchsanordnung nach dem autoparametrischen Prinzip aufgebaut. Sie verändern dabei eine Kapazität von 532 pF, indem eine der Platten auf einem Ferroxcubekern befestigt ist, der mit einer aufgewickelten Spule von einem Wechselstrom der Frequenz 22 kHz zu sinusförmigen Longitudinalschwingungen erregt wird. Der Schwingkreis des Verstärkers muß dann also auf 11 kHz abgestimmt sein. Die Beziehung zwischen der Mindestamplitude der Kondensatorplatte und der Kreisgüte (Mathieu-Gleichung) konnte bestätigt werden. Mit einer Amplitude von  $1\ \mu$ , der Kreisgüte 200 und 1 W Pumpleistung ergab sich eine Spannung von 3300 V, die allerdings von einer Glühlampe auf 250 V begrenzt werden mußte (Durchschlaggefahr). Für ein 11-kHz-Signal erhielt man eine 20-fache Verstärkung.

Mit einer ähnlichen Apparatur, die einen piezoelektrischen Schwinger als Pumpe benutzte, konnte eine Pumpfrequenz von 3 MHz erreicht werden. Der Wert der Arbeit besteht in der Darstellung einer einfachen Demonstrationsapparatur, welche den Zugang zum Studium der Grundeigenschaften der parametrischen Verstärkung, insbesondere der Phasenbeziehungen öffnet. teg

DK 621.821.2 : 621.391

**Das menschliche Gedächtnis als Informationsspeicher.** Nach Schaefer, E.: Elektron. Rdsch. Bd. 14 (1960) H. 3, S. 79–84; 7 B., 3 Taf., 46 Qu.

Die Ausgangspunkte der Gedächtnisforschung sind erstens die experimentelle Psychologie, welche die Gedächtnisphänomene jedoch nur beschreiben, nicht aber erklären kann, zweitens die Rückschließung auf die Informationsverarbeitung im Menschen mit Hilfe der Informationstheorie und drittens die Biochemie, Neurophysiologie und Hirnanatomie. Die Gegenüberstellung des menschlichen Gedächtnisses zu einem technischen Nachrichtenspeicher ergibt die Eigentümlichkeit des menschlichen Gedächtnisses, durch häufiges Sicherinnern einen Gedächtnisinhalt zu verstärken, die Assoziations-speicherung und die Fähigkeit, Speicherinhalte von Zelle zu Zelle weiterzugeben.

Abschätzungen des menschlichen Speichervermögens wurden von verschiedenen Forschern mit dem Ziel angesetzt, das Fassungsvermögen quantitativ einzugrenzen. Hier werden Werte zwischen  $10^6$  und  $10^{21}$  bit genannt. Über die Funktionsweise des Gedächtnisses gibt es zahlreiche Hypothesen. Es würde hier zu weit führen, einzelne Hypothesen zu beschreiben. Erwähnenswert sind jedoch für die Dauerspeicherung das plastische Neuronenmodell sowie das Prinzip der bedingten Reflexe. Interessant ist die Gegenüberstellung der Vorzüge des menschlichen Gedächtnisses gegenüber technischen Speichern, aus der einige Angaben in Tafel 1 wiedergegeben sind:

Tafel 1. Gegenüberstellung der Leistung von Arbeitsspeichern und des menschlichen Gedächtnisses.

| Technischer Speicher                        |                              | Gedächtnis                                |
|---|------------------------------|---|
| Größte Kapazität von Arbeitsspeichern       | bit $10^5 - 10^8$            | $10^{15}$                                 |
| Speicherdichte                              | bit/cm <sup>3</sup> $< 10^4$ | Gehirn: $10^{12}$<br>Keimzelle: $10^{23}$ |
| willkürliche Zugriffszeit                   | s/bit $10^{-5}$ s            | 1 s                                       |
| Speicherkapazität                           | $10^6$ bit $= 10^{-11}$      | $10^{15}$ bit $= 10^{-16}$                |
| Leistungsverbrauch bei $10^{15}$ bit-System | W Transistormaschine: $10^8$ | Gehirn: $10^2$                            |

Abschließend bemerkt der Verfasser, daß die Erforschung des Gedächtnisses für die heutige Technik der Nachrichtenspeicherung neue Anregungen bringt, denn die Speicherkapazität, die Speicherdichte und der Energieverbrauch sind noch weit entfernte Ziele der datenverarbeitenden Technik. Hervorzuheben ist das umfangreiche Schrifttums-Verzeichnis, das nach den verschiedenen Sachbereichen gegliedert ist und eine wertvolle Quelle darstellt. Thr

# AUS DER INDUSTRIE

## Subminiatur-Galvanometer

DK 621.317.715.5

Die Subminiatur-Galvanometer der *Hartmann & Braun AG*, Frankfurt a. M., sind kleine Spulenschwinger hoher Präzision mit sehr kleinen Drehspulen und Spiegeln (Bild 1). Die mechanische Zugspannung wird an beiden Enden des schwingenden Teiles des Galvanometers von je einem Spannband aufgenommen. Dazwischen wird die Zugkraft von zwei parallelen Glasfäden übertragen, in deren rhombischem Zwischenraum der kleine Spiegel und die Drehspule mit ihren mechanisch entlasteten Drahtenden sich befinden. Durch diese Maßnahme werden das Massenträgheitsmoment der beweglichen Teile — Spiegel und Spule — sehr klein und die Eigenfrequenzen so hoch, wie sie bisher nur von Schleifenschwingern erreicht wurden. Mit dieser hohen Eigenfrequenz ist eine große Empfindlichkeit verbunden (Tafel 1). Damit ist die Voraussetzung geschaffen, schnell veränderliche Vorgänge ohne Amplitudenveränderung und Phasenverschiebung aufzuzeichnen. Die Subminiatur-Galvanometer sind etwa 63 mm lang und haben einen größten Durchmesser von 3 mm.

Tafel 1. Technische Daten von Subminiaturgalvanometern.

| Typ        | Eigenfrequenz | Innenwiderstand | Stromkonstante       | Spannungskonstante    | höchstzulässiger Strom (Effektivwert) | Balance |
|------------|---------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|
|            | Hz            | $\Omega$        | A · m/mm             | V · m/mm              | mA                                    | mm/m    |
| HMK 100 D  | 100           | 100             | $0,28 \cdot 10^{-6}$ | $0,025 \cdot 10^{-3}$ | 1,0                                   | 1,5     |
| HMK 300 C  | 300           | 70              | $3,6 \cdot 10^{-6}$  | $0,26 \cdot 10^{-3}$  | 5,0                                   | 0,8     |
| HMK 1000 C | 1000          | 70              | $40 \cdot 10^{-6}$   | $2,9 \cdot 10^{-3}$   | 50                                    | 0,8     |
| HMK 4000 C | 4000          | 70              | $640 \cdot 10^{-6}$  | $46 \cdot 10^{-3}$    | 50                                    | < 0,8   |

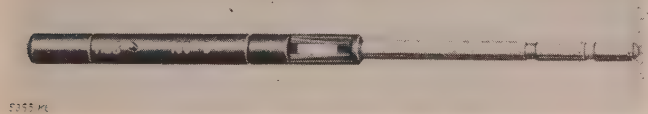


Bild 1. Subminiatur-Galvanometer.

Ein koaxialer Steckanschluß der einzelnen Galvanometermeßwerke sorgt für schnelle Austauschbarkeit und sicheren Kontakt. Eine hohe mechanische Stoßfestigkeit gestattet auch die Verwendung unter rauen Arbeitsbedingungen, wie sie auf Fahr- und Flugzeugen vorkommen. In Lichtpunkt-Linienschreiber können bis zu 50 Subminiatur-Galvanometer eingesetzt werden.

Rgs

## Nasser Magnetschalter

DK 621.316.546

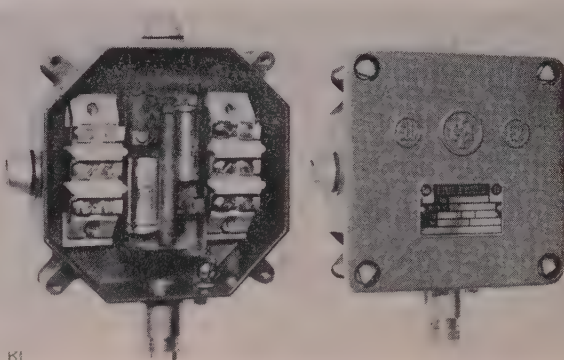
Neben der bekannten Konstruktion des trockenen Schutzrohrschalters hat die Firma *Funke & Huster, Elektrizitätsgesellschaft*, Kettwig (Ruhr), als Weiterentwicklung den nassen Schutzrohrkontaktschalter auf den Markt gebracht (Bild 2).

Gegenüber dem trockenen Schutzrohrschalter, wo die aus Eisen-Nickel-Draht gebildete Kontaktschleife sich gegen  $2 \times 2$  Kontaktflächen aus Platin legt, hat der nasse Schutzrohrkontaktschalter auf der beweglichen Kontaktschleife zusätzlich noch einen Quecksilbertropfen. Dieser hält sich infolge der Kapillarwirkung in der Schleife und benetzt bei Kontaktgabe die geschlossenen Kontakte. Dadurch wird der Übergangswiderstand verkleinert und somit die Schaltleistung und Lebensdauer vergrößert. Wegen des Quecksilbertropfens in der Schleife verlangt der nasse Schutzrohrkontaktschalter einen senkrechten Einbau mit einer zulässigen Abweichung von  $\pm 30^\circ$ .

Geschützt werden die Schutzkontaktrohre gegen mechanische Beschädigungen durch ein bronzenes Schutzgehäuse, das mit Gießharz ausgegossen ist. Geschaltet werden die Kontakte durch Vorbeibewegen oder Nähern bzw. Entfernen eines Dauermagneten.

Der nasse Schutzrohrschalter wird mit einem Arbeits- und Ruhekontakt geliefert. Die Schaltleistung der Schaltstücke beträgt bei 220 V Wechselspannung oder 250 V Gleichspannung bis 1 A. Die Schließzeit eines Arbeitskontaktes ist rd. 13 ms bei einer Bewegungsgeschwindigkeit des Schaltmagneten von 15 m/s.

Eingebaut ist der nasse Schutzrohrschalter in einem Messingschutzgehäuse der Schutzart „erhöhte Sicherheit“. Er ist von der



5354 K1

Bild 2. Nasser Schutzrohrschalter, geöffnet und geschlossen.

Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke Dortmund-Derne geprüft worden und zur Verwendung in schlagwetter- und explosionsgefährdeten Betrieben zugelassen.

Rgs

## Anschlußeinheiten statt Transformatoren

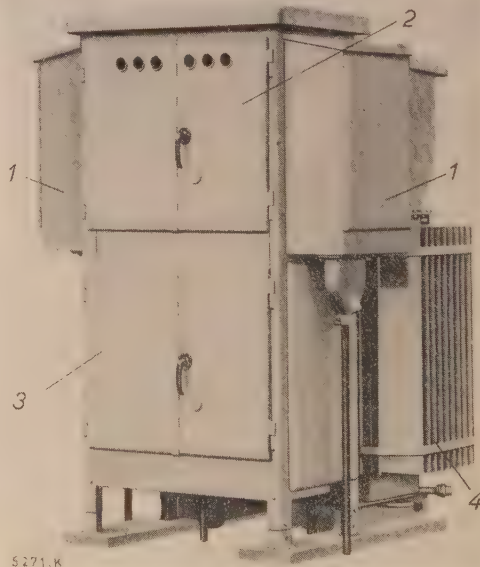
DK 621.311.426

Die von der *Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co.*, Frankfurt a. M., entwickelte Anschlußeinheit, die sich unmittelbar an durchlaufende Hochspannungskabel anschließen läßt, ist eine Weiterentwicklung der üblichen gemauerten Transformatoren-Stationen. Die Anschlußeinheit ist eine stahlblechgekapselte, transportable und anschlußfertige Transformatorenstation geringer Abmessungen für Aufstellung im Freien. Sie besteht aus dem Schaltschrank und dem Transformator (Bild 3).

Im Schaltschrank sind die Schaltgeräte für Hoch- und Niederspannung getrennt angeordnet. Der seitliche Hochspannungsanschluß ist für 10-kV-Gürtel- oder Kunststoffkabel bis  $3 \times 95 \text{ mm}^2$  Querschnitt vorgesehen. Mit drei Laschen im Anschlußkasten kann der Hochspannungsring spannungslos gemacht werden. Der Niederspannungsanschluß ist für  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  Gürtel- oder Kunststoffkabel bemessen. Zum Schalten auf der Hochspannungsseite ist eine dreipolige Hochspannungs-Drehtrennsicherung vorgesehen, die mechanisch mit dem Niederspannungs-Leistungsschalter, der Überstrom- und Kurzschluß-Schnellauslöser hat, verriegelt ist.

Die elektrischen Werte, z. B. Spannung, Strom und Leistung, können wahlweise auf der Hochspannungs- oder Niederspannungsseite gemessen werden. Geliefert werden die Anschlußeinheiten für Leistungen von 50 bis 250 kVA der Reihe 10.

Rgs



5271 K

Bild 3. Anschlußeinheit.

- 1 Hochspannungsanschluß und Antrieb für Hochspannungsschalter
- 2 Tür zum Hochspannungsschaltraum
- 3 Tür zum Niederspannungsschaltraum und Niederspannungsanschluß.
- 4 auswechselbarer Transformator.

## VERBANDSNACHRICHTEN

### VDE

#### Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6

Fernruf: 43 31 57; Fernschreiber (Telex): 04—12 871;

Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;

Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

#### Zulassung einer abweichenden Ausführung von festen Anschlußleitungen für Kleintransformatoren nach VDE 050 Teil 1/3. 59, § 16

Auf Grund des in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 234 bekanntgegebenen Verfahrens für das Zulassen von Abweichungen von VDE-Bestimmungen hat die VDE-Kommission „Kleintransformatoren“ dem Antrag mehrerer Hersteller zugestimmt, die Ausführung von festen Anschlußleitungen an Kleintransformatoren — abweichend von VDE 0550 Teil 1/3. 59 § 16 d) 3. 11. — wie folgt zuzulassen:

Feste Anschlußleitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> haben und mindestens bei Nennleistungen bis 50 VA dem Typ NYZ, über 50 bis 500 VA dem Typ NLH und über 500 VA dem Typ NMH oder gleichwertigen Typen nach VDE 0250 entsprechen. Diese Ausnahme gilt bis zum Inkrafttreten der nächsten Neufassung von VDE 0550 Teil 1, und zwar allgemein, d. h. nicht nur für die Antragsteller.

Für Kleintransformatoren, die bis auf diese Abweichung VDE 0550 entsprechen, wird durch die VDE-Prüfstelle gemäß ihrer Prüfordnung die Berechtigung zum Anbringen des VDE-Zeichens erteilt.

Der Kommissionsvorsitzende  
Moch

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

#### Berichtigung des Entwurfes VDE 0560 Teil 8/... 60 „Regeln für Motorkondensatoren“

In dem in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 10, S. 256 angekündigten Entwurf VDE 0560 Teil 8/... 60 muß es in der Tafel 5, Spalte 12, bei der laufenden Nr. 5 „4 U“ statt „1,2 U“ heißen.

Der Vorsitzende des VDE-FNE-Gemeinschaftsausschusses „Kondensatoren“  
Sträß

Weise

## VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

53. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

#### Neu erteilte Genehmigungen

##### Installationsmaterial



##### D-Schmelzeinsätze

Rausch & Pausch, Selb

D-Schmelzeinsätze E 27, 16 A 500 V, flink; konisch abgesetzter Porzellankörper — Typ: D II 16/500.

##### Fassungen für Glühlampen

Bender & Wirth, Kiesspe/Westfalen

Schraubfassung E 27, 2 A 250 V, wie bereits genehmigter Typ 61; jetzt auch mit Schutzleiteranschlußklemme — Typ: 61.

Brökelmann, Jaeger & Busse KG, Neheim-Hüsten

Kerzenschaftfassung E 14, 2 A 250 V, wie bereits genehmigte Typen 22.26...; jetzt auch mit verschiedenen verstellbaren Winkelbefestigungen, Gesamtlänge 97, 107 oder 120 mm, Einführungsloch 8 oder 10 mm, sowie mit festem Winkel 50 mm und Nockenloch 8 mm — Typen: wie vor.

Schraubfassung E 14, 2 A 250 V, wie bereits genehmigter Typ 22.23, jetzt auch mit Nippelgewinde M 8 × 0,75 oder M 8 × 1, mit Verdrehschutzring 8 mm, auch mit Mantel mit Außengewinde sowie mit Zugentlastung, — Typ: wie vor.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld

Dreiteilige Schraubfassung E 27, 4 A 250 V; Gehäuse aus Formstoff Typ 31 mit Nippelgewinde M 10 × 1, wahlweise auch mit Schutzleiteranschlußklemme — Typen: 8810—101, —102.

Otto Heil oHG, Oberursel/Taunus

Einteilige Einbaufassung B 15, 2 A 250 V, Gehäuse aus Formstoff Typ 31, mit Lötanschluß; ausschließlich zur Verwendung in Näheleuchten der Firma Pfaff, Kaiserslautern — Typ: 36 238.

G. M. Pfaff AG, Kaiserslautern

Einteilige Einbaufassung B 15, 2 A 250 V, Gehäuse aus Formstoff Typ 31, mit Lötanschluß — Typ: 225 600.

Otto Vollmann, Gevelsberg

Dreiteilige Schraubfassung E 27, 4 A 250 V, mit einpoligem Ausschalter mit Zugschnurbetätigung; Gehäuse aus Messingblech oder vermessingtem Eisenblech, mit glattem Mantel mit Nippelgewinde M 10 × 1, mit Schutzleiteranschlußklemme — Typen: 8240 M, —E.

##### Fassungen für Leuchtstofflampen

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld

Leuchtstofflampenfassung 2 A 250 V, wie bereits genehmigte Typen 7890 und 7891; jetzt auch als Einbauszubehör mit Drehteil für 7 Raststellungen, sowie mit feststehender Befestigungsschraube — Typen: 7890 (7891) —1, —Vs.

Leuchtstofflampenfassung 2 A 250 V; als Einbauszubehör in abgedeckter Ausführung, ohne oder mit Starterfassung; Gehäuse aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 7819 ok, —ok 101; 7818 ok, —ok 101.

##### Verbindungsmaterial

Gebr. Merlen, Gummersbach

Herdabzweigdose 380 V, 4 × 2,5 qmm; für Unterputzverlegung, mit Abdeckungen aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 1216 b, —w.

Friedrich Joerg, Unterrodach/Ofr.

Leuchtenklemme 380 V, 2,5 qmm; Gehäuse aus PVC (12-teilig, teilbar) — Typ: 140.

##### Stecker

Bayerische Elektrozubehör, GmbH, Lauf/Pegnitz

Stecker 15 A 380 V, dreiteilig mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genehmigte Ausführungen, wie bereits genehmigter Typ 2202; jetzt auch in Gehäusen aus Formstoff Typ 131 — Typ: 2202 w.

Heinrich Kopp, Kahl/Main

Stecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441; Körper aus Formstoff Typ 31 oder 131, mit seitlicher Leitungseinführung; Steckerstifte rund oder zweiseitig gekehlt — Typen: 16 224, 16 225, 16 234, 16 235.

Kabelwerk Reinshagen GmbH, Wuppertal-Ronsdorf

Stecker 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441; Körper aus Weichgummi mit fest anvulkanisierter Gummischlauchleitung NLH 3 × 0,75 qmm — Typ: —.

Stecker wie vor, jedoch für 10 A 250 V/15 A 250 V~, mit NMH 3 × 1 qmm — Typ: —.

##### Wandsteckdosen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf/Pegnitz

Wandsteckdosen 15 A 380 V~, dreipolig mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genormte Ausführung, wie bereits genehmigter Typ 2203 Sr; die Unterputzausführung jetzt auch mit einteiliger runder Abdeckplatte aus Formstoff Typ 131 — Typ: 2203 Srw.

Wandsteckdosen wie vor, jetzt auch für Aufputzverlegung mit Kappen aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 2200 b, —w.

Wandsteckdosen wie vor, jetzt auch in Gehäusen Schutzart B, aus Formstoff Typ 31 oder 131, mit Klappdeckel, mit einem, zwei gegenüberliegenden, zwei nebeneinanderliegenden oder einem rückseitigen Einführungsstutzen mit Stopfbuchsenverschraubung PG 16 — Typen: 2204 b, —w, —Db, —Dw, —Zwb, —Zww, —Rb, —Rw.

Paul Hochköpper & Co, Lüdenscheld

Doppelsteckdosen 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 440, wie bereits genehmigte Typen 6012...; jetzt auch für Aufputzverlegung mit einteiligen Kappen aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 6002 b, —w.

##### Installationsschalter

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld

Tastschalter (Lichttaster) 250 V~, 60 W, mit Signallampe E 10; für Unterputzverlegung mit einteiliger runder Abdeckplatte oder Zentraleinsatzplatte für Kombinationen aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 733 SpJ, —SpJw, —SpC, SpCw.

Paul Hochköpper, & Co, Lüdenscheld

Schalter 10 A 250 V~, einpolige Aus- und Wechselschalter, wie bereits genehmigte Typen 211..., und 216..., die Unterputzausführung jetzt auch mit Signalglimmlampe für Kontrollschaltung — Typen: 116 (216, 106, 206) GIK Irw, —Ivw, —Zw.

##### Geräteschalter (Einbauschalter)

Bär Elektrowerke GmbH, Schalksmühle

Geräteeinbauschalter 2 A 250 V~, einpolige Ausschalter, mit Zentraldruckknopfbetätigung; Gehäuse aus Formstoff Typ 31, mit Zentralschraubbefestigung für Einlochmontage, mit Nippelgewinde 7 oder 12 mm — Typen: 3120—01, —02, —03, —04.

*Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenschied*

Geräteeinbauschalter 10 A 380 V~, wie bereits genehmigter Typ 683/173; jetzt auch für Spezialschaltung 633 und 304 — Typen: 683/633 (—/304) ERs—101.

Geräteeinbauschalter 6 A 380 V~, zweipoliger Ausschalter mit Druckknopfbedätigung; Tastschalter mit angebautes Klemmbrett, Gehäuse aus Formstoff Typ 31 — Typ: 689.

*Ernst Dreßels GmbH, Unterrörsch*

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, Warmgeräteschalter (T), mit Drehknebelbetätigung als 4-Takt-Schalter; in 46 verschiedenen Schaltungsarten als Spezial-Einbauschalter für Elektrowärmergeräte, Nummern der Schaltungen siehe Typenbezeichnung; in 5 verschiedenen Baugruppen (Sockeln) für 2, 3, 4, 5 oder 6 Abgangsklemmen (Typengruppe ... V, W, F, K, S) — Typenreihe: 42 ...; Einzelausführungen: Typengruppe 42 V in den Schaltungen 01, 02, 050, 051, 052, 155 und 211; Typengruppe 42 W' 08, —09, —24, —204; Typengruppe 42 F 02, —03, —09, —10, —10s, —11, —24, —54, —58, —63, —80, —84, —109, —119, —121 V, —122 a, —126, —136 a, —140, —141, —143, —220, —221, —238, —239, —311, —320, —322, —325, —339, —354, —384; Typengruppe 42 K 235, —352; Typengruppe 42 S 352.

Schalter wie vor, jedoch mit Zughebelbetätigung (nur in Typengruppe V), Typenzusatz: ... z — Typen: 42 Vz 01, —02, —050, —051, —052, —155, —211.

Schalter wie vor, jedoch als 5-Takt-Schalter in 5 verschiedenen Schaltungsarten, in 3 verschiedenen Baugruppen für 3, 4 oder 5 Abgangsklemmen — Typenreihe: 52 ...; Einzelausführungen: 52 W 59, 52 F 59, —97, 52 K 59 sv.

Schalter wie vor, jedoch als 6-Takt-Schalter in 6 verschiedenen Schaltungsarten, in 2 verschiedenen Baugruppen für 4 oder 5 Abgangsklemmen — Typenreihe: 62 ...; Einzelausführungen: 62 F 74, —127, —203; 62 K 74 S 2, —115 S, —127 S.

Schalter wie vor, jedoch als 7-Takt-Schalter in 18 verschiedenen Schaltungsarten, in 4 verschiedenen Baugruppen für 3, 4, 5 oder 6 Abgangsklemmen — Typenreihe: 72 ...; Einzelausführungen: 72 W 183, —210; 72 F 79, —110, —137; 72 K 79 s, —79 v, —79 v 3, —79 v 5, —79 v 6, —110; 72 S 79 sv, —79 sv 3, —79 sv 5, —79 sv 6, —79 vv 3, —79 vv 5, 79 vv 6.

Schalter wie vor, jedoch als 8-Takt-Schalter in vier verschiedenen Schaltungsarten, in drei verschiedenen Baugruppen für vier, fünf oder sechs Abgangsklemmen — Typenreihe: 82 ...; Einzelausführungen: 82 F 102 a, —174 a; 82 K 189; 82 S 191 a.

Sämtliche vorerwähnten Schalter sind wahlweise auch ohne oder mit Arretierung des Knebels (zwangsweise Ausschluß einzelner Schaltungsarten) genehmigt — Typenzusatz: ... a.

Die vorerwähnten Schalter sind wahlweise auch mit Signalkontakt auf der Nockenwalze oder in gesondertem Gehäuse auf der Frontplatte genehmigt — Typenzusatz: ... s.

*J. & J. Marquardt, Rietheim*

Geräteeinbauschalter 115... 250 V~, 2500 VA, zweipoliger Spezialschalter, kombiniert mit Temperaturregler (Temperaturbereich +10... +30 °C, höchst zulässige Schaltwerktemperatur +60 °C); Spezialschalter für Raumheizgeräte mit Luftumwälzung — Typ: 3000.

## Geräte



### Bügeleisen

*Prometheus GmbH, Eschwege*

Reisebügeleisen 220 V~, 440 W; Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß), mit Temperaturregler; feste Anschlußleitung NSA 3 × 0,75 qmm und Schutzkontaktstecker — Typ: RBL 5

### Heißwasserbereiter (ortsfest)

*Berliner Stanzwerk Automaten- und Werkzeugbau GmbH, Berlin SW 61*

Durchlauferhitzer 380 V, 3 × 4 kW, Kupferbehälter mit Stahlblechmantel, Rohrheizkörper; mit Strömungsschalter, für festen Anschluß — Typ: DN/12 a.

*Emka Metallwarenfabrik, Lüdenschied*

Warmwasserbereiter 220 V~, 1800 W; Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß); Druckwasserbehälter, Nutzinhalt 5 Liter, tropfwassergeschützt; mit Temperaturregler und Temperaturbegrenzer (Trockenheitschutz), feste Anschlußleitung NYLHY (PR) 3 × 0,75 qmm mit Schutzkontaktstecker — Typ: Aristherme AP 59.

### Temperaturregler und dergleichen

*Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenschied*

Wahltemperaturregler und Temperaturbegrenzer 380 V~, 15 A, zwei- oder dreipoliger Ausschalter; Ausschalttemperatur einstellbar von +35... +90 °C, höchst zulässige Schaltwerktemperatur +60 °C; Spezialgeräteeinbauschalter für Waschmaschinen — Typen: 4812/912, —913 (Temperaturbegrenzer); 4811/912, —913 (Kombination Temperaturregler mit Temperaturbegrenzer).

*Gross, AG, Schwäbisch-Hall*

Temperaturregler 10 A 220 V~, einpoliger Ausschalter; Temperaturbereich (ein/aus) 60/85 °C, höchst zulässige Schaltwerktemperatur +100 °C. Einbautemperaturregler — Typ: D2—13.

Temperaturregler 3 A 220 V~, einpoliger Ausschalter; Temperaturbereich (ein/aus) 35/45 °C, höchst zulässige Schaltwerktemperatur +100 °C; Spezialeinbautemperaturregler für Flüssigkeitsbehälter, Meß- und Schaltwerk wasserdicht gekapselt — Typ: T 140, T 140—1.

### Heizkissen

*Gisela Bahmann KG, Schalksmühle*

Heizkissen üblicher Bauart 220 V, 60 W; Geräteklasse II (schutzisoliert), Feuchtigkeitsschutz durch nicht abnehmbaren Bezug aus thermoplastischem Kunststoff; zwei Temperaturregler, feste Anschlußleitung NSA 2 bzw. 3 × 0,75 qmm mit Schnurzwischenschalter (Regelschalter) und Schutzkontaktstecker — Typ: 120.

### Staubsauger

*Meterfabrik, Dordrecht/Holland*

Die bisher unter der Typenbezeichnung 6705 und 7005 genehmigten Staubsauger erhalten die neuen Typenbezeichnungen 810/33 und 810/34.

### Geräte zur Wäschebehandlung

*Hoover GmbH, Düsseldorf*

Haushaltswäschescleuder 220 V, 350 W; Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß), Stahlblechbehälter üblicher Bauart; feste Anschlußleitung NYMHY (PR) 3 × 1 qmm, mit Schutzkontaktstecker, mit eingebautem zweipoligen Ausschalter; Funkstörgrad N eingehalten — Typ: 3004.

### Kühlschränke (Kompressorprinzip)

*G. Bauknecht, Stuttgart*

Haushaltskühlschrank wie bereits genehmigte Typen T 112 a und T 135, jetzt auch mit Nutzinhalt 120 Liter — Typ: T 120.

### Klingeltransformatoren

*Eichhoff-Werke GmbH, Lüdenschied*

Klingeltransformator wie bereits genehmigter Typ 3542, jetzt auch in Unterputzausführung mit Abdeckung aus Hostalen PPN sowie mit eingebautem Kippschalter 2 A 250 V — Typ: E 3543.

## Leitungen und Zubehör

### Isolierte Starkstromleitungen

(VDE-Kennfaden schwarz-rot)

*Kromberg & Schubert, Wuppertal-Langerfeld*

Stegleitungen — Typ: NYIFY.

## Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung



### Installationsmaterial

#### Stecker

*Thomson-Houston, Paris/Frankreich*

Stecker 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441; Steckerkörper aus PVC mit fest angeschlossener Kunststoffschlauchleitung NYMHY (PR) 3 × 1 qmm, axiale Leitungseinführung — Typ: 3878.

## Leitungen und Zubehör

### Isolierte Starkstromleitungen zur probeweisen Verwendung

(VDE-Kennfaden schwarz-rot-gelb)

*Kabelwerk Rheydt AG, Rheydt/Rhld.*

Wetterfeste kunststoffisolierte Leitungen — Typen: NYW (PR), NFW (PR).

*Norddeutsche Kabelwerke AG, Berlin-Neukölln*

Sondergummiaderleitungen — Typen: NSGA (PR), NSGAF (PR).

## Gestrichene Genehmigungen

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichengenehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf abgeänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

### Installationsmaterial

#### D-Schraubkappen

*Heinrich Popp & Co, Röhrenhof, Post Goldmühl*

D-Schraubkappen R 2", 200 A 500 V, Typ: 189 sind gestrichen.

#### Ortsveränderliche Steckdosen

*Vossloh-Werke GmbH, Lüdenschied*

Vierfachsteckdosen 10 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt, Typen: 464 Tw, —Te sind gestrichen.

## Geräte

### Heizkissen

*Schott-Elektrowärme, Langenhagen/Hann.*

Heizkissen 220 V, 60 W, Typ: 962 sind gestrichen.

## VERANSTALTUNGSKALENDER

**Neheim-Hüsten:** VDE-Bezirk Bergisch Land, Stützpunkt Neheim-Hüsten, Heidestr. 4, i. Hs. Lenze KG.

22. 9. 1960, 20.00, Hotel Egen, Neheim-Hüsten, Mendenerstr. 15: „Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen gegen Unfall- und Brandgefahr“, Dipl.-Ing. Hoffmann.

**Essen:** Haus der Technik, Essen, Hollestr. 1.

30. 9. 1960, 17.00, Haus der Technik: „Reaktortechnik — Die Neutronenmoderation im Reaktor, Berechnung der Energieverteilung und der nach Abbremsung für den Reaktorbetrieb übriggelassenen Neutronenmenge“, Prof. Dr. habil. H. Schlechtweg, Kettwig.

30. 9. 1960, 17.00, Haus der Technik: „Grundlagen der praktischen Regelschaltung“, Prof. Sioli, Plön.

## PERSÖNLICHES

**R. Bauer f.** — Am 14. Juni 1960 verschied unerwartet an seinem Urlaubsort Oeringen Dipl.-Ing. Rudolf Bauer. 1908 in Erfurt geboren, studierte er in München Elektrotechnik, wo er 1931 die Diplom-Hauptprüfung mit Auszeichnung bestand.

Zunächst in der Elektrizitätswirtschaft tätig, verschaffte sich Bauer einen guten Einblick in das Zähler- und Meßwesen sowie den Elektrizitätswerksbetrieb und trat dann 1934 in das Laboratorium für Meßwandler der Siemens & Halske AG in Berlin ein, dessen Leitung ihm 1941 übertragen wurde und um dessen Wiederaufbau er sich nach dem Kriege sehr verdient gemacht hat. Durch die Übernahme des Referates für Meßwandler in Karlsruhe wurde 1957 seine Wirkungsmöglichkeit wesentlich verbreitert und auf wichtige Sonderaufgaben erweitert.

Die hervorragenden Kenntnisse Bauers auf dem Meßwandlergebiet, das er durch wertvolle Neuentwicklungen bereichert hat, fanden ihren Niederschlag in seinem Buch über Meßwandler. Als Mitglied in den VDE-Kommissionen für Meßwandler, für Höchstspannungserzeugung und für Meßverfahren sowie als Obmann des FNE-Arbeitsausschusses für Meßwandler und Mitarbeiter im Arbeitsausschuß für Starkstromkondensatoren hat er durch sein klares Urteil und seine große Erfahrung Wesentliches bei der Gestaltung dieser wichtigen Arbeitsgebiete geleistet.

Die Elektrotechnik verliert in Bauer viel zu früh einen ausgezeichneten Ingenieur und Wissenschaftler, der sich durch seine gewinnende und frohsinnige Art und seine stete Bereitschaft zur Hilfe und zum Ausgleichen großer Wertschätzung erfreute und dessen Andenken alle, die mit ihm zu tun hatten, für immer bewahren werden.

H.-E. Linckh

**H. von Cron.** — Dipl.-Ing. Hans von Cron vollendete am 12. Januar 1960 sein 65. Lebensjahr. Er hat an der Technischen Hochschule Prag studiert und ist seit über 30 Jahren bei den Siemens-Schuckertwerken tätig. Als enger Mitarbeiter von Dr. Estorff kannte er die Bedeutung des Fremdschichtüberschlages in Hochspannungsanlagen, und auf diesem Gebiet hat er in den vergangenen 20 Jahren mit großem Erfolg gearbeitet. Die Ergebnisse seiner Versuche über den Mechanismus des Fremdschichtüberschlages sowie über die Schlußfolgerungen, die daraus für die Prüfung und Gestaltung der Isolatoren zu ziehen waren, hat er in dieser Zeitschrift veröffentlicht. Die Aufgabe, ein allgemein gültiges Prüfverfahren zu schaffen, durch das eine objektive Beurteilung der Isolatoren unter den schwierigen Betriebsbedingungen möglich wird, war ihm zur Lebensaufgabe geworden. Durch unermüdete geistige Durchdringung der Probleme und danach immer wieder neu angestellte Versuche sowie durch eine tätige Mitgliedschaft in den entsprechenden VDE- und CIGRE-Kommissionen hat er diese Aufgabe außerordentlich gefördert.

H. von Cron ist persönlich im Kreise seiner deutschen und ausländischen Fachkollegen sehr geschätzt. Wenn er auch jetzt von den Pflichten des regelmäßigen Versuchsfeld-Betriebes entbunden ist, werden ihn diese Fragen weiterhin beschäftigen, und er wird auf Grund seiner Erfahrung noch wichtige Beiträge zur Lösung der anstehenden Probleme leisten können.

H. Lippke

## BÜCHER

DK 621.311.16.016.35/024

**Stabilität des elektrischen Verbundbetriebs.** Von A. Kamiński. Mit 472 S., 335 B., 23 Taf., Format 17,6 cm × 25 cm. VEB Verlag Technik, Berlin 1959. Preis Kunstleder 39,20 DM.

Dem Stabilitätsproblem ist besonders bei der Übertragung elektrischer Leistungen über große Entfernungen, wie sie in Schweden und in der Sowjetunion stattfindet, Beachtung zu schen-

ken. In Mittel- und Westeuropa dagegen hat es mit der zunehmenden Vermaschung der Hochspannungsnetze und bei den abnehmenden Übertragungsentfernungen an Bedeutung verloren. Jedoch kann es auch in verhältnismäßig stark vermaschten Netzen zum Verlust der dynamischen oder sogar der statischen Stabilität kommen. Dies kann bei plötzlichem Ausfall einer wichtigen Übertragungsleitung eines erst im Ausbau befindlichen überlagerten Netzes höherer Spannungsstufe oder aber bei sehr schlechten Spannungs- und Blindleistungsverhältnissen geschehen. Auch bei uns muß sich deshalb der planende und betriebsführende Ingenieur mit diesem Problem auseinandersetzen.

Eine gute Hilfe dürfte ihm dabei das vorliegende Werk über die Stabilität des elektrischen Verbundbetriebes bieten. In diesem wird der gesamte Komplex der statischen und dynamischen Stabilität einschließlich der Maßnahmen zur Stabilitätsverbesserung in einfacher und anschaulicher Weise dargestellt. Die exakte theoretische Behandlung des Problems wurde von dem Verfasser auf ein Mindestmaß beschränkt. Dafür wurde um so größeres Gewicht auf vereinfachte Berechnungs- und Näherungsverfahren sowie Abschätzungen gelegt. Zahlreiche graphische Darstellungen und der Praxis entnommene Beispiele erleichtern das Verständnis dieses breit angelegten Werkes.

Im einzelnen gliedert sich das Buch in 8 Kapitel, in denen, ausgehend von den Grundbegriffen und den Ersatzschaltbildern der Leitungen, Transformatoren, Generatoren und Lasten, zunächst die Berechnungsverfahren der statischen Stabilität und der Einfluß der Verbraucher erläutert werden. Es folgen Abschnitte über die Grundlagen zum Berechnen der dynamischen Stabilität wie die bei Ausgleichsvorgängen gültigen Ersatzschaltbilder der Generatoren und die rechnerische Behandlung unsymmetrischer Störungen mit Hilfe der symmetrischen Komponenten, ferner die eigentliche Stabilitätsberechnung nach der „Schritt-für-Schritt-Methode“. Abschließend werden die Mittel zum Verbessern der Stabilität und die Verfahren zum Berechnen vermaschter Netze behandelt, wofür sich besonders das Wechselstrom-Netzmodell eignet.

H. Schneider

DK 620.9 : 34.096(024)

**Beiträge zum Energierecht.** Zusammengestellt von G. Malzer. Mit 304 S., Format 15 × 21 cm. Hrsg. u. Verlag Vereinigung Industrielle Kraftwirtschaft, Essen 1959. Preis Kunststoff 24,—DM.

Die Behandlung eines Einzelproblems ist in aller Regel ergebiger als die Kommentierung ganzer Gesetze oder Rechtsgebiete. Es ist daher zu begrüßen, daß ein energiewirtschaftlich ausgerichtetes Interessenverband es unternommen hat, von seinen Mitarbeitern ausgearbeitete Einzelprobleme und Übersetzungen sowie in seinem Auftrage erstellte Gutachten zu veröffentlichen.

Die Sammlung enthält 16 Beiträge zum Energie„wirtschafts“-recht, wie es zutreffend heißen müßte, da neben rechtlichen auch volkswirtschaftlich-betriebswirtschaftliche Probleme behandelt werden. Lobend hervorzuheben ist die geschickte Auswahl der Probleme.

Vier großen Themenkreisen können die Einzelbeiträge zugeordnet werden:

Rechts- und wirtschaftsvergleichender Art sind die Aufsätze über „Das Energierecht in Mittel- und Westdeutschland“ (Malzer), der O.E.E.C.-Bericht über „Rechtliche Regelungen der Energiewirtschaft und nationale Energiepolitik in den O.E.E.C.-Ländern“, der F.I.P.A.C.E.-„Vergleich der gesetzlichen Regelungen der industriellen Eigenerzeugung von elektrischer Energie in Westeuropa“ und der Aufsatz von Naudts über die „Förderung der industriellen Stromversorgung durch ein vorbildliches belgisches Wegerecht“. Der Vergleich mit dem ausländischen Recht soll offensichtlich zweierlei zeigen: Die Reformbedürftigkeit des geltenden und das Beachtenswerte für ein neues Energiewirtschaftsrecht. Vorwiegend zum Ausdruck der Verbundenheit des gespaltenen Deutschlands dürfte der im wesentlichen unkritische Vergleich des mittel- und westdeutschen Energiewirtschaftsrechts an den Anfang der „Beiträge“ gestellt worden sein. Bedauerlich ist allerdings, daß der Herausgeber auf der beigefügten Karte mit wenig politischem Fingerspitzengefühl die Ostzone als Deutsche Demokratische Republik bezeichnet und Deutschland an der Oder-Neiße territorial enden läßt.

Ein zweiter Themenkreis umfaßt volkswirtschaftlich-betriebswirtschaftliche Probleme und deren rechtliche Auswirkungen:

Über „Die Eigenanlagen im westdeutschen Energierecht“ und deren Bedeutung geben Körfer und Malzer einen Überblick. Vor allem die Probleme, die mit der Reserve- und Zusatzversorgung zusammenhängen, werden erörtert<sup>1)</sup>. Fischerhof fragt nach den Möglichkeiten „Zur Intensivierung der Stromerzeugung“. Er weist vergleichend auf die Maßnahmen im Ausland hin und knüpft daran, wie er sich vorsichtig ausdrückt, Erwägungen für Maßnahmen in Westdeutschland. Anregend und interessant ist diese Studie, weil sie zeigt, wie eng in der Energiewirtschaft rechtliche und wirtschaftliche Fragen verknüpft sind. Kuppert und Wirth äußern ihre „Gedanken zur Energiepreisaufsicht“. Wieweit die zuständigen Stellen bei der immer größeren Preisfreigabe diesen wohl etwas einseitigen Interessennotschrei berücksichtigen werden, bleibt abzuwarten.

Der dritte und umfangreichste Themenkreis behandelt Rechtsfragen des Energiewirtschaftsgesetzes und der Allgemeinen Ver-

<sup>1)</sup> Dieses Problem ist von der V.I.K. erneut durch das von Rasch in ihrem Auftrage erstellte Gutachten „Der Anspruch von Unternehmen mit Eigenanlagen auf Reserve- und Zusatzversorgung nach § 26 II des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen“, Essen 1960, zur Diskussion gestellt worden.

sorgungsbedingungen, des Wegerechts und des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen.

Fischerhof erörtert die Probleme bei der „Versorgung von Werkwohnungen durch Industriebetriebe nach dem Energiewirtschaftsgesetz“. Bei der Beantwortung des Kernproblems, ob bei der Versorgung von Werkwohnungen öffentliche Energieversorgung vorliegt, unterscheidet Fischerhof zwischen Werkwohnungen im engeren und weiteren Sinne. Erstere dienen der Erfüllung des Betriebszwecks und befinden sich auf Grundstücken der Betriebsstätte. Ihre Versorgung ist keine öffentliche im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes und damit nicht genehmigungspflichtig. Ob diese Auffassung dem Gesetz entspricht, ist fraglich. Welche Werkwohnung dem Betriebszweck dient, ist eine Abgrenzungsfrage, bei der die zufällige Lage zur Betriebsstätte zumindest nicht allein ausschlaggebend sein kann.

„In welchem Umfang sind in der öffentlichen Versorgung mit Elektrizität und Gas Baukostenzuschüsse zulässig?“ Diese Frage behandelt Malzer an Hand einer Auswertung des Bundesgerichtshofs-Urteils vom 29. Oktober 1956<sup>2)</sup>, das er bejaht und in seinen Gründen über Tarifabnehmer hinaus auf Sonderabnehmer ausdehnen will. Der Verfasser untersucht zwei weitere Probleme aus dem Bereich der Allgemeinen Versorgungsbedingungen: „Die Grenzen der Freizeichnung in Lieferverträgen unter besonderer Berücksichtigung der öffentlichen Versorgung mit Elektrizität und Gas“ und „Rechtsfragen bei Fehlern in der Stromberechnung“. Vor allem die Frage, ob die Vorschriften über die Haftungserleichterung in den Allgemeinen Versorgungsbedingungen — von Freizeichnung kann im Rahmen eines Gesetzes nicht gesprochen werden — sich auch auf die Fälle sogenannter positiver Forderungsverletzung und auf unerlaubte Handlungen erstrecken, ist umstritten. Der Verfasser verneint diese Frage.

Das geltende Wegerecht, das wegen der Leitungsgebundenheit der Energie eine große Rolle spielt, wird in drei Beiträgen behandelt. „Die Wegebenutzungs- und Gebietsschutzverträge in der Elektrizitäts- und Gasversorgung“ behandelt Wieacker, indem er zur Rechtsnatur der Verträge und ihre Beziehung zum Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen Stellung nimmt. Das sogenannte Monopolproblem wird erörtert. „Das Wegerecht für Energieleitungen“ von Wirth zeigt deutlich, wie auch hier rechtliche Probleme einer gesetzgeberischen Neuordnung bedürfen. Wieweit „Die Verlegung von Versorgungsleitungen über (unter) fremde Grundstücke hinweg (§ 905 Satz 2 BGB)“ vom Eigentümer geduldet werden muß, und wann dessen Interessen berührt werden, versucht Malzer abzugrenzen.

Am aktuellsten dürfte der Aufsatz von Malzer über „Die Auswirkungen des Kartellgesetzes auf Energieversorgungsverträge“ sein. So anregend die Ausführungen sind, viele Fragezeichen werden beim Durchdenken auftauchen. Es drängt sich die Frage auf, ob nicht aus einem Interessenstandpunkt heraus Ergebnisse konstruiert werden, die das Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen nicht beabsichtigte, die darüber hinaus eine unangebrachte Interessenverschiebung enthalten. Immerhin kann nicht genügend herausgestellt werden, daß Anregungen, auch wenn man den Ergebnissen nicht folgt, fruchtbar sind.

In diesem Sinne wohl beschließt die Aufsatzfolge ein rein anregend gedachter Themenkreis: „Ist heute noch ein neues Energiegesetz erforderlich?“ (Malzer). Damit wird der Bogen gespannt vom Rechtsvergleich über das geltende Recht zur Gesetzesanregung.

R. Berger

DK 697.71 : 697.9(024)

**Elektrotechnik für Heizungs- und Klima-Ingenieure.** Anlagen der Heizungs-, Lüftungs- und Klima-, Ölfeuerungs-, Kälte- und Sanitär-Technik. Von F. Pannier und H. Röscher und W. Haeder. Mit 348 S., zahlr. B. und Taf., Format 15 cm × 21 cm. Carl Marhold Verlagshandlung, Berlin-Charlottenburg 1960. Preis Ganzln. 35,20 DM.

Die Verfasser stellen mit Recht fest, daß die Elektrotechnik immer mehr auch in das Gebiet des Gesundheitsingenieurs eindringt. Das Buch will dem Fachmann, der Heizungs-, Klima-, Lüftungs-, Ölfeuerungs-, Kälte- und Sanitär-Anlagen auszuführen hat, die für seine Tätigkeit notwendigen Grundlagen und Begriffe der Elektrotechnik vermitteln. Es will ihm außerdem die elektrotechnischen Bauelemente, wie Leitungen, Sicherungen, Schaltgeräte, Anlasser, Steller und Anlaßsteller, Transformatoren und Meßwandler, Stellmotoren sowie Stellglieder und Stellgetriebe erläutern.

Wesentlich ist, daß auf die Anwendung in der Praxis, besonders der Elektromotoren und ihrer Schaltungen eingegangen wird.

2) Abgedruckt in EW-Rechtsbeilage (1957) H. 2, S. 13 ff

Abschluß des Heftes: 6. September 1960

Schluß des Textteiles

Schriftleitung: Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 43 31 57; Fernschreiber (Telex) 04-12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 4 31 57.

Grundbegriffe der Schaltungstechnik und Grundregeln für den Aufbau von Schaltplänen werden ausführlich behandelt. Auf Schaltpläne für elektrische Heizrichtungen, z. B. für Luftherhitzer, industrielle Bäder und Heißwasserbereiter und solche für Elektromotoren zum Antrieb von Pumpen, Kompressoren, für Lüftungs-, Klima-, Heizungs-, Wasser- und Kältetechnik sowie für Ölfeuerungen wird besonders eingegangen. Sehr wertvoll ist, daß die Verfasser alle Angaben, Zeichnungen und Schaltungen so wählen, daß sie als Anleitung zum Verstehen elektrotechnischer Zusammenhänge, gleichzeitig aber vor allem auch als Vorlage beim Projektieren und Ausführen entsprechender Anlagen dienen können. Viele Zeichnungen, Schaltbilder, Tafeln und ein Stichwortverzeichnis sollen die Arbeit des Heizungs- und Klima-Ingenieurs erleichtern. Die Verfasser wurden bei ihrer Arbeit insbesondere von der Firma Siemens unterstützt. Dieses Fachbuch dürfte auch dem Elektrotechniker für das Spezialgebiet der Heizungs- und Klimatechnik von Nutzen sein.

H. Saran

## BUCHINGÄNGE

(Ausführliche Besprechung vorbehalten.)

**Fernsehen für alle.** Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik. Von H. Richter. 5. verb. Aufl. Mit 265 S., 129 B., 9 Taf., Form 13 cm × 20 cm. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1960. Preis Ganzln. 12,— DM.

**Handbuch der BASF Kunststoffe.** 4. Aufl. Mit 267 S., zahlr. Taf., Format 12,5 cm × 18 cm. Hrsg. Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG, Ludwigshafen a. Rh. 1959.

**Elektrische Antriebe auf Schiffen.** VDE-Buchreihe Bd. 5. Mit 246 S., 191 B., Format 17,5 cm × 24,5 cm. Hrsg. Wissenschaftlicher Ausschuß des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE). VDE-Verlag GmbH, Berlin 1960. Preis Halbln. 28,— DM.

## BERICHTIGUNGEN

In dem Aufsatz

H. Elsner: „Verhütung von Schäden an elektrischen Anlagen“ in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 17, S. 410—413 ist die Reihenfolge der Hinweise in der Legende zu Bild 1 auf Seite 412 vertauscht. Richtig muß es heißen:

- 1 laufende Überprüfung
- 2 gelegentliche Überprüfung
- 3 keine Überprüfung.

In dem Aufsatz

H. Baatz: „Anspritzen von Hochspannungsleitungen mit Feuerlöschrohren“ in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 14, S. 333—337 ist auf Seite 333 rechte Spalte, letzter Satz im vorletzten Absatz eine Zeile ausgelassen worden. Der Satz lautet vollständig:

„Bei den Versuchen wurde Leitungswasser mit einer Leitfähigkeit von 550 bis 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , und nach Zusatz von Soda mit einer Leitfähigkeit zwischen 5200 und 11 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , entsprechend Jauche, verwendet.“

In dem Messe-Vorbericht in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 8/9 steht auf Seite 190 das Bild 5.1: „Kleinendverschluß mit durchsichtigem Isolierschlauch“ der Firma Kötting & Cie. GmbH, Bergisch-Gladbach, auf dem Kopf.

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-Ausgabe A vom 12. September 1960

Heft 19

Ch. Kneller u. P. Jacottet: Die 18. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz.

G. Zaar: Generatoren.

V. Aigner: Transformatoren.

A. Hochrainer: Schaltgeräte.

G. Buß: Kabel.

H. Mors: Freileitungen.

G. Reverey: Isolatoren.

O. Poßner: Schutzeinrichtungen und Relais.

H. Böcker: Planung, Betrieb und Stabilität der Netze.

H. Baatz: Blitz und Überspannungen.

R. Bartenstein: Energieübertragung mit Drehstrom höchster Spannung.

E. Schulze u. F. Hölters: Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom.

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01-84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 11,— DM,

für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 9,— DM;

Ausgabe A und B zusammen 30,— DM,

für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 21,— DM.

Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7